Revue générale des Sciences
pures et appliquées
et Bulletin de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences
T. LX. N^os 7-8 1953

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Entre l'algèbre et l'analyse fonctionnelle
Bourbaki et ses prouesses

La surprise qu'avait produite au départ, dans le traité de N. Bourbaki, l'abondance des notions nouvelles, disparaît peu à peu. Aujourd'hui, les usagers en sont nombreux. Le fascicule d'introduction, exposant les généralités et résultats de la théorie des ensembles, a été bien assimilé. Et de là, souvent à la faveur d'exposés d'un autre style, on ne craint plus d'aborder l'étude des diverses structures. Qui ne sait maintenant que R symbolise le corps des réels ? Et qui ne connaît le rôle fondamental des *espaces vectoriels* ? Comme l'a signalé l'Introduction du livre IV, l'étude infinitésimale des fonctions d'une variable réelle s'adapte à un espace vectoriel topologique (sur le corps R), de dimension finie ou non. D'ailleurs, la rencontre de nouveaux termes n'est pour le lecteur qu'une occasion de consulter quelque index, dépliant ou dictionnaire, clôturant tel ou tel livre de l'ensemble. Et l'on progresse vite en ce genre,

Où l'on serait tenté, volant de thème en thème
De s'oser comparer à Dieudonné lui-même!

Les exposés d'un autre style, bien entendu, ce sont ces textes d'exercices visant à illustrer des définitions ou propriétés abstraites ; ce sont aussi les notices historiques dont l'auteur sait garder strictement le rôle d'*historien des mathématiques*, en se défendant de tout *éclectisme*, comme le faisait aussi Lebesgue, dans ses *Constructions géométriques*.

Je puis maintenant dire quelques mots des trois derniers volumes parus dans les *Eléments de mathématiques*. Deux d'entre eux amorcent les livres V et VI. A la suite des développements du livre IV sur les fonctions de variable réelle, ils contribuent tous deux à unifier les

techniques de l'analyse fonctionnelle en tirant parti, notamment pour la mesure, des formes ainsi rationalisées, très élargies de la notion de convexité, utile à tant de théories, à commencer par le calcul des variations.

Dans le livre V, traitant spécialement des espaces vectoriels topologiques (1), l'étude des ensembles convexes se trouve appelée, d'une manière naturelle, au rôle central qu'elle tenait déjà en géométrie linéaire. Somme toute, on prend ici des ensembles d'éléments x, y..., tels qu'on sache définir $x + y$ et aussi bien $\lambda\ x$, le multiplicateur étant emprunté soit au corps des réels, soit plus généralement à un corps topologique K ; et cela de manière que ces deux opérations jouissent de la continuité. Le cas le plus essentiel est celui où est attribuée, à chaque élément λ de K, une valeur absolue $|\lambda|$ dont l'annulation soit équivalente à celle de λ, et telle qu'on ait :

$$|\lambda\lambda'| = |\lambda| \times |\lambda'| \text{ avec } |\lambda + \lambda'| \leq |\lambda| + |\lambda'|$$

Sur un tel corps K, dit *corps valué*, la valuation introduit alors une distance $|\lambda - \lambda'|$, laquelle dote K d'une topologie autonome, affectant celle de l'espace vectoriel étudié. C'est là une route favorable à y obtenir des conditions de continuité, d'équicontinuité, ou d'autres exprimant que l'espace a une structure uniforme, ou qu'il est complet sur K, ce qui fait notamment rencontrer les espaces de Banach ; et pour obtenir des résultats concernant un couple d'espaces vectoriels, ou encore leur espace produit.

Les ensembles convexes seront ensuite définis (ch. II) d'après le même processus qu'en géométrie linéaire, d'après lequel on peut préciser par exemple en quoi consiste, au nouveau degré de généralité admis, ce qu'est l'intérieur d'un ensemble convexe (spécialement d'un cône convexe) ; et en outre, faire une *théorie de la séparation*, réalisée au moyen de multiplicités linéaires, des ensembles convexes, qu'on peut, encore ici, engendrer par intersection de demi-espaces fermés. Un certain nombre de propriétés peuvent alors être établies pour les *espaces localement convexes*. Applications aux fonctions convexes, au théorème de prolongement de Hahn-Banach, etc...

Voici maintenant le livre VI sur l'intégration (2). Il s'amorce précisément avec l'étude des *inégalités de convexité* (Hölder, Minkowski). Empruntant au livre V la notion d'*espace vectoriel ordonné*, c'est-à-dire associé au corps des réels et détenant, outre l'aptitude aux combinaisons linéaires de vecteurs, une structure d'ordre (ce qui fait, de cet espace un *groupe ordonné*), Bourbaki appelle *espace de*

(1) *Les espaces vectoriels topologiques* (n° XV des Elém. de Math., ch. I et II du livre V), fasc. 1189 des Act. Sc. Hermann, 1953. Prix : 1.500 francs.

(2) *Intégration* (n° XIII, ch. I, II, III, IV du livre VI), fasc. 1175, 1952. Prix : 2.500 francs.

Riesz tout espace vectoriel ordonné tel qu'une borne supérieure et une borne inférieure puissent être attachées à un couple quelconque x, y de ses éléments.

Ces notions et celles qui en découlent servent de base à une théorie des mesures sur les espaces localement compacts, qui outre les définitions d'une mesure, de sa norme et de son support, conduit à préciser ce que sera l'intégrale d'une fonction vectorielle continue, et à discriminer à ce titre les ensembles négligeables. A partir de l'inégalité de Minkowski et de l'ensemble des fonctions de puissance $p^{\text{ième}}$ intégrale, seront définis les espaces L^p, propices à une théorie du prolongement.

Ces brèves indications ont montré, chemin faisant, l'intérêt de la notion des groupes et corps ordonnés, qui ont un rôle important en *théorie générale de la divisibilité* (3). Cette question inspire un nouveau fascicule d'algèbre, lequel répond à des intentions multiples, bien explicitées dans la substantielle notice historique terminant l'ouvrage. Le problème de la divisibilité est notamment étudié dans les anneaux d'intégrité, doués d'un élément unité et dont tout élément est principal (en bref : les *anneaux principaux*) : tel est le cas de l'anneau des entiers ordinaires, et aussi de l'anneau des entiers de Gauss $a + bi$, mais non plus, de l'anneau des entiers $a + b\sqrt{5}$. Ces exemples rappellent en passant le processus de digestion bourbakiste, en un appareil très réceptif aux aliments des anciennes théories, organe dont la puissance ne le cède en rien aux aptitudes synthétiques du célèbre polycéphale. De ce réservoir très large, ont été ressortis et mis à leurs justes places les résultats concernant l'analyse indéterminée (équation diophaniennes) aussi bien que le théorème de d'Alembert et ses ramifications.

J'espère que les connexions indiquées ici entre trois sujets en apparence distants les uns des autres pourront inciter de nombreux lecteurs à en découvrir d'autres, en se familiarisant petit à petit avec une œuvre qui devient chaque jour plus attachante, quand, après un effort d'adaptation, on parvient à en apprécier le véritable esprit.

G. Bouligand.

Pour clore cette liste de récents exposés, nous avons le plaisir d'en signaler un tout nouveau. Il s'intitule :

Livre III. *Topologie générale.* Fascicule de résultats (n° d'ordre XVI), A. et Hermann, 1196, prix : 1.100 francs.

Cet excellent répertoire sera très apprécié car il groupe, à propos de chaque notion essentielle, les résultats importants où elle intervient et qui en sont pratiquement inséparables. Ici encore, un index terminologique abrége les efforts de recherche. C'est pourquoi, malgré son ampleur, ce livre III de la première partie, relative dans son ensemble aux Structures fondamentales de l'Analyse, pourra devenir, d'ici peu, un outil d'emploi très répandu, même dans certains secteurs des Mathématiques appliquées.

G. BOULIGAND.

---

(3) *Groupes et corps ordonnés, anneaux principaux* (n° XIV, ch. VI et VII du livre II sur l'algèbre), fasc. 1179, 1952. Prix : 1.800 francs.

L'Histoire des Sciences Naturelles au 7e Congrès International d'Histoire des Sciences

(Jérusalem 1953)

Le 7e Congrès International d'Histoire des Sciences s'est tenu à Jérusalem du 4 au 11 août 1953 ; ce Congrès organisé par le Professeur Bodenheimer fut très intéressant tant par les rapports et communications qui y furent présentés que par les excursions dans les diverses parties du territoire d'Israël qui eurent lieu simultanément ou postérieurement au Congrès.

La délégation française comprenant une vingtaine de participants était de loin la plus nombreuse, aussi le français fut la langue la plus employée au Congrès.

Celui-ci était divisé en sections et en assemblées générales. Les sections étaient au nombre de 5 :

I. — *Histoire des Mathématiques, Physique, Astronomie, Géographie, Géologie.*
II. — *Histoire de la Chimie, Minéralogie, Pharmacie et Biologie.*
III. — *Histoire de la Technologie.*
IV. — *Histoire de la Médecine.*
V. — *Questions générales.*

Nous nous bornerons ici, en tant que secrétaire honoraire de la Section II à citer les communications présentées à celle-ci et consacrées aux Sciences Naturelles comprises au sens large (Chimie et Pharmacie incluses).

1. Le Professeur Bedel (Paris) a rappelé l'œuvre de Bussy (1794-1882) jadis Directeur de l'Ecole de Pharmacie de Paris, qui fit d'importantes découvertes en Chimie (propriétés des corps adsorbants, liquéfaction des gaz, fabrication de l'acide sulfurique anhydre, isolement du glucinium et du magnésium).

2. Le Dr Ben Yahia (Tunis) a étudié les fraudes et le contrôle de la profession pharmaceutique pendant la période islamique : contrôle exercé par des moyens techniques (vérification des préparations) ou moraux (appel à la conscience professionnelle).

3. M. Plessner (Jérusalem) a rappelé l'influence sur la science arabe d'Hermès Trismegistos, auteur de textes d'un caractère astrologique, alchimique et magique conservés pour la plupart dans le recueil magique nommé « Picatrix ».

4. M. Mendel (Réhovoth) a retracé l'histoire de nos connaissances sur les greffes végétales depuis l'Antiquité.

5. M. Théodoridès (Paris) a essayé de dégager le rôle joué par les Byzantins dans l'Histoire de la Zoologie ; il a distingué les œuvres de Zoologie pure, appliquée, la littérature d'inspiration zoologique, enfin l'influence de la Zoologie dans la religion et l'art byzantins et a rappelé également l'importance de Byzance dans la transmission des auteurs anciens.

6. Le Dr Kopf (Jérusalem) a consacré sa communication au Livre sur les Animaux de Al Jahiz, auteur arabe (environ 767-868) qui a réuni dans cet ouvrage non seulement les données inhérentes au folklore animal, et à la tradition populaire, mais aussi des observations personnelles. Al Jahiz donnant les références exactes de ses données, on est en mesure, grâce à cet ouvrage de préciser les sources premières de la Zoologie arabe.

7. Mlle le Dr Rooseboom (Leyde) a rappelé l'importante influence exercée par l'invention du microscope sur le développement de la pensée biologique ; cette invention a contribué à libérer la biologie de l'autorité des auteurs anciens, à appuyer l'interprétation mécaniste des processus physiologiques, à diriger l'attention vers l'étude des animaux inférieurs, enfin à remplacer l'observation scientifique influencée jusqu'ici par des arguments philosophiques ou théologiques par une observation objective et rationnelle des faits.

8. M. Prins (Jérusalem) a retracé l'histoire de l'industrie de la civette (dont les glandes anales étaient jadis employées en parfumerie) en Europe et en particulier aux Pays-Bas.

9. M. Haréubeni (Jérusalem), spécialiste des plantes de la Bible, a rappelé les diverses interprétations quant à la nature de l'Hyssope ; pour lui il s'agirait de l'*Origanum*.

10. Le Dr Seide (Haïfa) a consacré une intéressante étude aux rapports existant entre deux traités sur les plantes médicinales des Indes : celui du Portugais Garcia da Orta (1490 ?-1568) et de l'Espagnol Cristoval Acosta (1510 ?-1580). D'après certains auteurs, le traité d'Acosta ne serait qu'une copie ou traduction de celui de Orta. Le Dr Seide qui a minutieusement comparé les deux textes conclut que, malgré de nombreuses similitudes, les deux traités sont très différents et que par conséquent celui d'Acosta constitue une contribution originale à l'étude de la flore des Indes.

Nous n'avons mentionné ci-dessus que les communications des auteurs qui participèrent effectivement au Congrès.

D'autres textes annoncés dans le programme définitif ne purent être présentés par leurs auteurs, mais paraîtront probablement dans le volume du Congrès ; nous les énumérerons brièvement ici :

M. Vande Velde (Gand) : « Le Compendium de Isidore de Séville » ; M. Dessefy (Strasbourg) : « Les voies idéologiques de la science ancienne et médiévale » ; M. Lindroth (Uppsala) : « Petrus Severinus a chapter in the history of Paracelsianism » ; M. Kraak (Bussum) : « First attempts at animal ethology in Greek biology (Theophrastus) » ; M. Bélin-Milleron (Paris) : « L'Ethnobotanique et l'origine biocosmologique des idées de Personne et de Droit » ; Mme Dufrénoy (Paris) : « Relation entre Est et Ouest au XVII[e] siècle, le rôle de François Bernier ».

Il faut également mentionner ici les rapports présentés aux sessions générales, qui intéressent autant les naturalistes que les scientifiques des autres disciplines, en particulier le magistral exposé du Professeur Sarton sur : « La Science opposée aux Humanités » où l'auteur souligne à juste raison le danger de la spécialisation croissante des chercheurs et de leur ignorance de l'histoire de la science qu'ils étudient ; également aussi la conférence du Prof. Needham sur les « Relations entre la Chine et l'Occident dans l'Histoire des Sciences et de la Technologie ».

On ne saurait enfin passer sous silence les importantes communications de la Section V, en particulier celles du Prof. Reymond (Lausanne) : « L'influence de la Philosophie des Sciences sur l'Histoire des Sciences », et du Prof. Klibansky (Montréal) : « Mediaeval origins of modern science : The School of Chartres » dont la portée s'applique à toutes les sciences.

Ce Congrès qui groupait plus de 200 participants fut très réussi, le contact amical avec les collègues israéliens fut aussi agréable qu'instructif, et les excursions permirent de voir les divers aspect d'un pays qui est à la fois un des plus anciens et un des plus jeunes du monde.

Jean Théodoridès.

Les grèves du mois d'août ayant rendu difficile l'acheminement de la correspondance, le Secrétaire Général et Madame Robert Constans ont la douleur de faire part aux amis de la Revue Générale des Sciences de la mort de leur fils aîné, le

Sergent-Pilote Claude CONSTANS,
de la 1re Escadre de Chasse (Groupe Corse),
Médaillé Militaire,

tué en service aérien, le 20 août, à Verberie (Oise), à l'âge de 24 ans.

LE FEU ET L'AVENIR DES FORÊTS EN PROVENCE [1]

par René MOLINIER
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille

Cet été encore (1952), et tout près de Cannes, la végétation provençale a payé un lourd tribut au feu et chaque année, avec le retour des mois chauds, revient la crainte croissante des prochains incendies.

Le feu est-il donc inévitable et doit-on s'organiser en fonction de son caractère inéluctable ? Dans l'affirmative — hélas ! certaine — est-il possible d'en limiter les dégâts et comment ?

Comment ne pourrait-on se poser constamment ces questions lorsque, Botaniste de terrain, en contact permanent avec la végétation, on sait sa vulnérabilité aux incendies et la probabilité croissante de ceux-ci du fait de l'extraordinaire développement du tourisme et du camping ?

Ces questions imposent des études sérieuses et pressantes si l'on ne veut pas que brûlent la quasi totalité des forêts survivantes et que, par la répétition des incendies, soit rendue impossible la reconstitution des forêts incendiées, vers laquelle tend cependant naturellement l'évolution naturelle des groupements végétaux, même en région méditerranéenne française.

Le feu est-il inévitable ?

Non, sans doute, si l'on se place sur le plan théorique, c'est-à-dire dans des conditions qui ne seront jamais réalisées. Les incendies ont, en effet, des causes multiples, souvent dénoncées :

— imprudence des touristes allumant leurs feux de cuisine en des lieux exposés au feu ou en plein vent ;

— imprudence de fumeurs jetant avec insouciance mégots ou allumettes non éteints ;

— attentats criminels contre la propriété d'autrui ;

— espérance d'amélioration d'un maigre pâturage, par des bergers ;

— appât du gain réalisé par les coupes consécutives au feu, etc.

Toutes ces causes tiennent, en définitive, à la présence de l'Homme et en sont inséparables.

Faut-il mettre beaucoup d'espoir en une meilleure éducation des hommes quant au danger des incendies, surtout en Provence ? Tout

(1) Conférence prononcée au Congrès de l'A.F.A.S. de Cannes.

effort en ce sens sera naturellement vain auprès de ceux qui allument des feux volontairement : l'esprit de vengeance ou l'âpreté au gain ne sont guère accessibles à la raison ou au sentiment dont se réclameraient, naturellement, tous les arguments destinés à convaincre.

Quant à l'imprudence, elle est généralement due à l'inattention ou à l'insouciance : faut-il croire à la vertu des mots, des interdictions ou même des sanctions pour les neutraliser ?

Non que doive être abandonné tout effort pour signaler ou sanctionner des imprudences coupables. Les panneaux placés par les Eaux et Forêts en bordure des routes des Maures pour signaler les dangers du feu et l'interdire, s'ils n'empêchent pas certains irréductibles de passer outre, n'en diminuent pas moins le nombre.

L'interdiction d'allumer des feux de bois dans des peuplements boisés ou à proximité, la localisation des campeurs dans des zones autorisées, sont certainement efficaces pour diminuer les risques d'incendie. Il est certain que les campeurs, dans certaines régions boisées, — notamment en région méditerranéenne — représentent un danger d'incendie considérable. Il est donc légitime et prudent d'interdire tout campement en dehors de zones judicieusement choisies et aménagées à cet effet. Cependant les interdictions ne seront efficaces que s'il est possible de ménager des emplacements suffisamment grands et nombreux, si la location de leur terrain par les propriétaires est contrôlée quant à l'emplacement qu'ils peuvent destiner aux campeurs et aux conditions matérielles — prix de location notamment — qu'ils leur font. S'il n'en était ainsi, beaucoup de campeurs n'hésiteraient pas à cacher leurs tentes en retrait de la côte ou des chemins d'accès, — la chose est assez facile dans le maquis — et les risques d'incendie seraient multipliés.

Toutes les mesures précédentes sont certainement utiles ; mais il ne faut pas perdre de vue qu'il suffit d'un foyer ou d'une allumette mal éteints pour que brûlent les forêts des Maures sur des milliers d'hectares.

Il faut avoir réellement vu naître un incendie de forêts dans nos régions, en avoir surpris la cause à son départ immédiat, avoir saisi l'extraordinaire facilité de la naissance et de la propagande du feu pour avoir une notion exacte du danger qu'il représente.

Qui n'a pas eu cette révélation ne peut se faire une idée exacte des dangers réels du feu en Provence. Et c'est parce que peu d'hommes ont cette notion qu'il y aura toujours une imprudence à redouter, donc des incendies à combattre.

S'il faut donc continuer la lutte contre le feu par la propagande et l'éducation de la masse, je crois fermement que l'effort principal demeure dans l'organisation de la lutte contre un mal considéré comme inévitable de manière :

— à en réduire la cadence ;

— surtout à en limiter les effets.

Les moyens de lutte.

Il y a quelques années, une idée très heureuse avait été réalisée : la création de *Régions-pilotes*, dans lesquelles étaient systématiquement réunis ceux qui, à des titres divers, pouvaient apporter des suggestions susceptibles d'aboutir à une meilleure organisation, à une exploitation plus rationnelle des ressources dans la région considérée.

Ainsi a vécu — elle fut bien éphémère — la Région-pilote des Maures-Estérel. Une Commission d'études avait été créée ; elle a tenu quelques réunions avant qu'un rigoureux système d'économies mette fin à ses activités alors qu'elle en était à peine à ses premières conclusions.

Cette Commission comprenait : des représentants des pouvoirs publics, des forestiers, des agronomes, des naturalistes, des propriétaires exploitants, des représentants des divers groupements économiques et touristiques.

Cette région étant essentiellement à vocation forestière et touristique, le problème de la protection et de la reconstitution des forêts était primordial.

J'ai été membre de cette Commission et ce fut, sinon le point de départ d'études phytogéographiques commencées avant la guerre, du moins l'occasion de les reprendre après. Les cartes phytogéographiques que j'ai levées au 1/20.000e, sont le résultat de ces études que j'ai continuées après la regrettable suppression de la Région-pilote, et que je continue, en liaison avec les services des Eaux et Forêts mais, hélas, sans aucun soutien des pouvoirs publics.

L'arrêt des travaux de la Commission d'études fut certainement regrettable. Il n'eût pas coûté très cher de conduire à leur fin les études entreprises ; quelques millions de francs pouvaient permettre l'établissement méthodique d'un dossier complet qu'il faudra bien établir un jour, et sans doute hâtivement, en présence des désastres malheureusement à prévoir.

Et s'il fallait absolument, par mesure d'économie, ralentir les travaux envisagés comme suite aux études entreprises, il serait fort étonnant qu'il ait été indispensable de les arrêter complètement.

Par ailleurs il paraît certain que, si les travaux entrepris par les Eaux et Forêts comme première application des conclusions de la Commission d'études avaient été achevés en temps utile — ils furent retardés par la lenteur apportée au déblocage des crédits qui leur avaient été affectés — le grand incendie qui, en 1950, ravagea l'axe des Maures sur une vingtaine de kilomètres, de Collobrières aux alentours de Saint-Tropez, pouvait être arrêté à son départ. La route forestière qui eût permis l'intervention décisive n'avait malheureusement pu assurer encore la jonction entre Collobrières et le Col des Fourches par le Vallon des Carmaures, et ce fût la circonstance qui, semble-t-il, en empêchant une intervention directe des moyens de défense et en les détournant vers l'ancienne route située plus à l'Est rendit cette intervention inefficace.

Considérant donc le feu comme quasi inévitable, il convient de s'organiser pour pouvoir l'éteindre s'il se déclare et en limiter l'extension.

Qu'il s'agisse de la lutte directe par les hommes munis de pelles, pioches, simples branchages ou de moyens plus perfectionnés tels que pompes à incendie — lorsqu'un point d'eau permet de les alimenter — ou indirecte par le contre-feu, l'*efficacité des interventions suppose l'existence de voies d'accès et d'évacuation* nombreuses, judicieusement tracées et bien dégagées, ou de tranchées pare-feux jouant un peu le même rôle, c'est-à-dire permettant l'acheminement et la mise en place des moyens tout en n'offrant que peu de possibilités au passage du feu.

Tout cela relève d'une technique à laquelle les Ingénieurs du Service des Eaux et Forêts sont parfaitement rompus. Il n'appartient pas au Phytogéographe d'intervenir dans la définition des techniques d'un métier qui n'est pas le sien, mais il est certain que son apport peut être utile au Forestier dans la *période préventive* au cours de laquelle il élabore les projets et assure les réalisations en vue de la lutte contre les incendies probables.

Des cartes phytosociologiques aussi précises qu'elles peuvent l'être celles lorsqu'on les établit sur les plans directeurs au 1/20.000e de l'I.N.G. et les commentaires qui en fournissent la légende renseignent clairement le Forestier :

— sur la nature exacte des groupements végétaux ;

— sur leur répartition exacte, donc sur la situation et la nature précises des peuplements les plus précieux à conserver ;

— sur les divers stades évolutifs de la végétation, selon qu'elle subit une régression ou une progression par rapport aux climax. Et cette connaissance lui est fort utile pour tout essai de reboisement fait en vue de retourner au climax ou de passer à un type déterminé de peuplement économiquement utile.

* * *

A titre d'exemple je voudrais commenter brièvement ce qu'apportent les cartes des Maures actuellement levées, dans cet ordre d'idées.

A la Commission de la Région-pilote Maures-Estérel, j'avais fait admettre que :

— la région étudiée étant essentiellement à vocation forestière et touristique ;

— la mise en valeur économique ou touristique dépendant essentiellement de l'état des forêts ;

— la progression des incendies étant surtout assurée par le mistral (vent du N.-O) ;

il convenait d'étudier et de protéger en premier lieu les Maures occidentales. Tout autre partie des Maures, en effet, quelles que fussent

les réalisations concernant sa protection, eût été en danger lors d'un incendie parti de l'Ouest de cette région.

C'est ainsi que je fus conduit à soumettre à la cartographie phytogéographique les Maures occidentales, les nécessités ci-dessus s'accordant d'ailleurs avec la plus grande proximité de Marseille de cette région.

1° Nature et évolution des groupements végétaux dans les Maures.

Des diverses études que j'ai consacrées aux Maures (1) il résulte que la *végétation initiale* des Maures a dû comporter :

— une bordure halophile très semblable à celle qui s'y trouve encore (*Ammophilion* sur les dunes, *Crithmo-Staticion* sur les rochers) ;

— un liseré littoral, probablement discontinu et qui s'est étendu par la suite, formé par la brousse à Olivier, Myrte, Lentisque, avec le Pin d'Alep et *Euphorbia dendroïdes* ;

— des forêts de Chêne-liège, plus ou moins mélangées de Chêne vert, suivant une marge littorale plus ou moins large sur le bas des versants Sud dont la plus grande partie néanmoins était occupée par le *Quercetum ilicis* ;

— sur le haut des versants Sud et sur les versants Nord, la forêt primitive était certainement le *Quercetum ilicis* ; et c'est seulement sur les versants Nord les plus élevés de Notre-Dame-des-Anges et la Sauvette que des îlots de *Quercetum pubescentis* existaient à l'état d'enclaves séparées du domaine normal de cette association dont la limite paraît bien avoir toujours été marquée, dans cette région, par les falaises calcaires dominant au Nord la dépression permienne de Cuers et la vallée de l'Argens.

Dans ces forêts primiitves, le Pin maritime et le Pin pignon n'ont sans doute joué qu'un rôle insignifiant, n'occupant que quelques points favorables : îlots rocheux où la faible densité des Chênes laissait pénétrer assez de lumière pour permettre l'installation de ces essences de remplacement.

L'état actuel de la végétation est le double résultat :

— de l'assèchement du climat de la Méditerranée occidentale depuis la fin des périodes glaciaires,

— des défrichements et dégradations opérées par l'Homme qui l'accentuent.

---

(1) René Molinier. — Les Iles d'Hyères. *Ann. Soc. Hist. nat. de Toulon*, 1936.
J. Braun-Blanquet et René Molinier. — Une excursion phytosociologique à l'Ile de Porquerolles. *Bull. Le Chêne*, Marseille, 1936.
Carte des groupements végétaux de l'Ile de Port-Cros. *Rev. des E. et F.*, 1951, René Molinier. Les climats côtiers de la Méditerranée occidentale. *Congrès de l'A.F.A.S.*, Tunis, 1951 et *Vegetatio* (à l'impression).

L'action combinée de ces deux facteurs a conditionné, par exemple :

— l'extension — qui se continue — sur le littoral, de l'*Oleo-Lentiscetum*, et du Pin d'Alep,

— l'extension du Chêne-liège aux dépens du Chêne vert,

— l'extension des Pins maritimes dans toute la Provence cristalline et des Pins pignons sur les points où le substratum géologique (gneiss, granite, grès, alluvions marines) peut donner les sols sablonneux nécessaires,

— la réalisation de diverses associations végétales qui sont autant de stades de dégradation ou de reconstitution des climax lorsque la végétation naturelle est laissée en repos.

Le substratum de la Provence cristalline étant surtout constitué par des phyllades, des gneiss et micaschistes, toutes roches feuilletées se délitant facilement sous un climat chaud et relativement humide — de 700 à plus de 1.000 mm. d'eau par an —, *le sol meuble se reconstitue toujours assez rapidement* après sa destruction, parallèle à celle de la végétation qui lui correspondait, et *se recouvre assez vite d'une végétation qui tend rapidement vers la forêt.*

A ce point de vue le contraste est considérable avec la Provence calcaire où, après les incendies, le sol est dénudé par les eaux sauvages qui mettent à nu le calcaire compact, ce qui ralentit considérablement le retour aux climax forestiers détruits.

En Provence cristalline, l'évolution est la suivante, avec toutes les transitions possibles :

CLIMAX (Chênaies d'Yeuse ou de Chêne-liège)
↓
maquis élevé à *Erica arborea* et *Arbutus unedo*,
↓
maquis bas à *Erica scoparia* et *Lavandula stoechas*,
↓
cistaie à *Cistus monspeliensis* et *C. salviaefolius*,
↓
pelouses de l'*Helianthemion guttati*.

Ce sont ces divers groupements que j'ai figurés sur les cartes que j'ai dressées.

J'ai représenté comme étant des Chênaies, en bien des points, des maquis à *Arbousier* et Bruyère arborescente dans lesquels les Chênes se maintiennent, bien que disséminés ou bas, parce qu'il suffirait, dans ce cas, d'une légère intervention humaine — recépage, dégagement des Chênes survivants — pour revenir à la forêt pure ; mais il est certain que j'aurais pu tout aussi bien figurer un maquis élevé avec des signes superposés indiquant la présence des Chênes.

Cette remarque montre que les stades de dégradation des forêts initiales sont encore beaucoup plus étendus que ne l'indique la carte.

Rares sont les points des Maures que l'incendie n'a pas touchés, où ceux seulement qui n'ont pas brûlé depuis plus d'un demi-siècle ou un siècle et où la forêt s'est donc reconstituée. On peut signaler comme tels par exemple :

— l'Ile de Port-Cros où l'œuvre magnifique de M. Henry a protégé une végétation aujourd'hui bien près d'être revenue aux conditions originelles,

— la magnifique Chênaie de Chênes verts de Lambert (Collobrières) et d'autres au Sud-Ouest de la Môle.

2° Possibilités de défense contre le feu

Toutes les associations végétales précédemment citées, à la seule exception des halophiles, des pelouses — qui ne couvrent généralement que de faibles surfaces — et, naturellement, des zones cultivées, présentent un caractère commun d'une importance capitale du point de vue qui nous occupe : elles sont *difficilement pénétrables ou franchement impénétrables.*

Impossible de passer en dehors des chemins ou sentiers ; encore ces derniers s'effacent-ils rapidement lorsqu'est passé le feu qui laisse un sol hérissé de branches calcinées, presque aussi impénétrable que la végétation détruite.

Conditions bien différentes de celles de la Provence calcaire où les garrigues de Chênes Kermès, Romarin, les Lavandaies qui succèdent aux Chênaies détruites s'opposent rarement au passage de l'Homme même en dehors de toute piste tracée.

Dans ces conditions, en cas d'incendie dans les Maures, il apparaît que l'intervention de l'Homme est absolument impossible s'il n'existe pas un réseau de chemins praticables bien entretenus, et l'*efficacité de l'intervention est directement en rapport avec la densité et le tracé judicieux des voies d'accès.*

La lutte contre l'incendie doit donc obligatoirement comporter l'*établissement et l'entretien des voies d'accès aussi nombreuses et larges que possible.* C'est ce qu'ont très bien compris les Ingénieurs des Eaux et Forêts auxquels, hélas! les moyens d'exécution sont par trop mesurés, parce que les pouvoirs publics ne paraissent pas avoir aussi bien compris les conditions du problème et les moyens de lutte réellement nécessaires.

Les moyens de lutte étant réduits, il est évident que la Commission des Maures-Estérel ne pouvait songer à préconiser un réseau de voies assez dense pour pouvoir intervenir partout, pratiquement, au point de départ d'un incendie.

Dans les réunions de cette Commission j'avais préconisé :

— de commencer les travaux de défense dans l'Ouest des Maures et de les poursuivre d'Ouest en Est ;

— de tenir compte, dans les aménagements prévus, de la topographie — elle-même liée à la structure géologique de la Provence cristalline — ; cette topographie apparaît nettement sur le 1/200.000e en courbes de niveau : partage des Maures par des vallées principales orientées d'Est-Ouest, l'érosion ayant déterminé des vallons perpendiculaires plus ou moins profonds ;

— de tenir compte de la répartition et de la nature actuelle des groupements végétaux telles que les figurent les cartes phytogéographiques que j'ai dressées ;

— d'utiliser les Châtaigneraies existantes — pratiquement ininflammables — et les étendre ;

— de cette manière, viser à partager le Massif des Maures en superficies assez réduites séparées par des vallées, des chemins ou des routes, des tranchées pare-feux, des cultures, des Châtaigneraies, suivant des directions sensiblement perpendiculaires au mistral, pratiquement suivant deux directions Nord-Sud et Est-Ouest.

Si l'on pouvait diviser la Provence cristalline en rectangles nettement séparés et dont les côtés auraient les directions ci-dessus, un grand pas serait fait pour une protection réellement efficace, probablement absolue, des forêts de cette région.

Evidemment, les fluctuations du relief ne permettront pas la réalisation de rectangles réguliers ; mais l'on doit tendre vers ce damier idéal.

Sur les cartes phytogéographiques que j'ai dressées j'ai figuré, dans le but ci-dessus défini — flèches et traits noirs — les directions dans lesquelles il me paraît possible ou nécessaire d'intervenir :

par l'extension des cultures,

par l'extension des châtaigneraies,

par la création de routes et de tranchées débroussaillées.

J'ai tenu compte de divers facteurs qui interviennent dans la réalisation de ces moyens d'action :

1° la mise en culture n'est possible et probablement rentable que lorsque le relief est assez doux et en des points rapprochés ou contigus des exploitations actuelles ;

2° la Châtaigneraie n'est possible que sur des versants Nord ou dans des vallons assez frais immanquablement révélés : par la présence subspontanée du Châtaignier, de groupements de *Pteris aquillina*, de groupements à *Cytisus triflorus* et *Genista candicans* ;

3° les routes doivent, pour être efficaces, être dégagées et non enfouies dans des gorges étroites que le feu franchirait aisément. Il y a ici une difficulté : les zones de cultures sont établies dans les vallées où elles jouissent de plus grandes possibilités en eau et de moyens d'accès plus faciles que sur les crêtes ; le tracé des chemins prévus contre le feu, en dehors des grandes vallées, recherche plutôt les crêtes où les vues sont plus larges et les possibilités d'action contre le feu plus grandes ; les tracés devront concilier ces points de vue quelque peu opposés ;

4° Les tranchées pare-feux ne sont efficaces que si elles sont bien entretenues. En effet, l'extraction des souches des Ericacées est difficile et coûteuse, donc généralement imparfaite et, en quelques années, le maquis se reconstitue. Lorsque l'extraction est bien faite, les Cistes trouvent un terrain d'expansion magnifique et beaucoup de tranchées sillonnant la forêt sont envahies par une Cistaie continue, magnifique aliment pour le feu pendant les mois d'été surtout.

Il convient donc de limiter le plus possible les zones de défense uniquement constituées par des tranchées pare-feux ; elles accompagneront utilement, par contre, les routes et chemins qu'elles borderont de part et d'autre ; ces voies de communication en permettront d'ailleurs un entretien plus facile et les touristes du dimanche allumant leurs feux — malgré les interdictions — à proximité des véhicules avec lesquels ils sont venus, c'est-à-dire au bord des routes, ces tranchées débroussaillées seront une limitation appréciable des dangers d'incendie.

On voit trop souvent, dans ces tranchées, trop d'arbres maintenus et dans des conditions qui rendent aléatoire le rôle de protection demandé aux pare-feux. Sans doute est-il toujours pénible de supprimer un arbre qui, du fait même de ce débroussaillage alentour, serait appelé à un beau développement ; il ne faut cependant pas hésiter à le sacrifier s'il doit fournir un relai efficace pour que le feu franchisse la tranchée.

Sauf s'il s'agit de très hauts Chênes ou Pins maritimes et à condition qu'ils soient largement ébranchés à leur base, il ne faut pas les maintenir. On voit, au C. Bénat, des tranchées où la densité des Pins d'Alep maintenus sans aucun ébranchage est telle que les tranchées sont absolument impraticables aux hommes appelés à y combattre un incendie et où ces pins seraient d'ailleurs une proie magnifique pour le feu. On a sacrifié à un principe sans s'assurer de l'efficacité sans laquelle le principe est sans objet.

S'inspirant des données précédentes, les Eaux et Forêts ont déjà réalisé un réseau assez dense de voies d'accès dans l'Ouest des Maures surtout et il est tout de même remarquable qu'aucun incendie d'envergure n'ait ravagé cette partie de la Provence cristalline depuis plusieurs années.

Cette œuvre doit être continuée et étendue, ce qui suppose la mise en œuvre de crédits qui permettraient non seulement la réalisation de nouveaux chemins, mais l'entretien des moyens anciennement mis en place, entretien qui sera naturellement de plus en plus coûteux à mesure que les travaux se seront étendus.

Les pouvoirs publics, gérants des deniers publics, jugeront s'il leur est possible ou non de consacrer à la protection des forêts de Provence, les moyens financiers nécessaires. Il m'appartient seulement de donner, ici, l'avis d'un Géobotaniste familiarisé avec les besoins de la forêt provençale qu'il étudie depuis un quart de siècle. Cet avis est formel et tel que je l'exprimais en conclusion de mes premiers travaux : « L'avenir des forêts est fonction des mœurs humaines et des condi-

« tions économiques aujourd'hui également défavorables. L'appât du « gain rapide, immédiat, est plus tentant que jamais dans une société « où le progrès introduit en toute chose une nervosité vitale qui exclut « les soucis d'avenir lointain. Comme l'écrivait Ch. DE RIBBE : « Images « de la stabilité au sein de la nature, les forêts sont vouées à leur fin « quand disparaît chez les peuples la pensée de l'avenir. »

Dans les conditions actuelles la protection exige un effort très sérieux et des plus réellement urgents. Ou bien cet effort sera fait, ou bien nos forêts flamberont l'une après l'autre et jusqu'à la dernière. Les futaies feront place aux taillis, ceux-ci aux landes, maquis et garrigues ou même au rocher nu ; l'eau fuyant les reliefs, l'homme la suivra dans les vallées et les plaines, tandis que se multiplieront les ruines de fermes autrefois prospères aux flancs des collines.

La solitude, en ce qu'elle est marquée par le départ des hommes, hante déjà les Maures en dehors des vallées qu'elle peut gagner à leur tour. Et l'indigène qui tourne ses espérances vers le tourisme encore attiré par la beauté des sites, croisera ses bras inutiles lorsque la terre de Provence calcinée étant devenue stérile et sans attrait, les derniers touristes l'auront fuie pour des sites plus riants, plus verts et plus frais.

René MOLINIER

Contribution à l'explication physique et mathématique de la capacité de réaction des organismes vivants

COMMUNICATION PRÉLIMINAIRE

par Janos KEMÉNY

1. Introduction.

Le but de la recherche scientifique dans le domaine des sciences exactes est de rassembler en des lois les résultats des observations et expériences effectuées sur un phénomène naturel déterminé. Ces lois déterminent les conditions dans lesquelles le même phénomène se reproduit à volonté.

La recherche scientifique atteint ce but en établissant des relations mathématiques entre les divers facteurs, qui déterminent et conditionnent le phénomène étudié. L'explication mathématique des résultats expérimentaux permet non seulement de prédire le déroulement de ce phénomène par la répétition des conditions expérimentales identiques, mais encore d'indiquer, en poursuivant dans toutes les conséquences le raisonnement mathématique, le déroulement de tels autres phénomènes, qui ne font pas partie du cadre étroit de l'expérience initiale.

Bien que cette méthode soit utilisée depuis longtemps dans les recherches de la physique et de la chimie, elle n'est que très peu appliquée aux recherches d'ordre biologique.

Les réactions des organismes à l'action des agents extérieurs (stimulus) sont depuis longtemps l'objet d'observations et d'essais. La physiologie et la pharmacologie en tant que sciences indépendantes, disposent d'un matériel expérimental infiniment vaste, allant des organismes monocellulaires, les plus primitifs aux polycellulaires à structure complexe. Malgré l'étendue de ce champs d'investigation et la multiplicité des recherches, on n'a pas tiré des lois naturelles générales établies sur la base des principes énoncés ci-dessus.

Le développement puissant de la physique et de la chimie a permis d'expliquer de nombreux phénomènes partiels se déroulant

à l'intérieur des organismes. Comme l'organisme vivant est la somme de ces réactions partielles, on a émis l'idée que l'explication des divers processus partiels physiques et chimiques conduirait à l'explication du fonctionnement de l'organisme entier.

Cette opinion optimiste heurte d'ailleurs les résultats de nombreuses expériences, qui démontraient que les processus partiels d'ordre physique ou chimique ne se déroulent pas toujours dans l'organisme « in vivo », de la même façon qu'en laboratoire « in vitro ». Par exemple, des alcalins administrés à un sujet, qui présente un état hyperchlorhydrique, provoquent souvent un accroissement d'acidité, etc... Pour cette raison, on a établi le principe que les organismes vivants ne peuvent et doivent être considérés qu'en tant qu'unités indépendantes, s'ils doivent faire l'objet d'une observation expérimentale précise.

Il faut noter que ce sont les médecins, qui ont porté cette critique à la généralisation des lois valables pour les processus partiels dans les organismes vivants. Mais cela paraît évident, car c'est le médecin, qui dans sa pratique journalière est obligé de considérer l'organisme entier.

Cependant nombre de ces critiques dépassèrent leur but. Elles ne se sont pas bornées à énoncer que ces lois étaient insuffisantes à une description précise des phénomènes : elles croyaient pouvoir affirmer que les lois de la physique et de la chimie n'étaient pas valables pour les organismes vivants. Et on est allé jusqu'à publier des essais critiques exposant que la vérité biologique était essentiellement et par principe différente des vérités physiques et chimiques. Ces considérations se basaient apparemment sur le fait, que les médecins, pharmacologistes et biologistes, qui ont pour objet d'observations l'organisme « in toto » étaient tombés sur des résultats, qui paraissent contradictoires entre eux.

A ce groupe de chercheurs s'oppose aujourd'hui la vieille école « classique » qui, au nom de la protection des lois de la physique et de la chimie, a tendance à qualifier le travail de l'autre groupe de charlatanisme scientifique.

L'auteur de cet article n'est pas biologiste. Son activité passée a trait à différentes branches de la physique technique. Etudiant les actions exercées sur les organismes vivants par les champs électriques à haute fréquence, l'auteur a été conduit à étudier les problèmes complexes évoqués plus haut. Venant d'autres régions du domaine des sciences naturelles exactes, il apporte avec lui d'autres points de vue et considère grâce à eux des résultats expérimentaux apparemment contradictoires comme une unité logique, il a trouvé

qu'ils ne sont que les conséquences directes de la loi sur la conservation de l'énergie, c'est-à-dire d'une loi également valable pour les organismes vivants.

Il faudrait des dépouillements importants dans la littérature spécialisée et des expériences systématiques, pour vérifier les conclusions à plus grande échelle. N'étant pas actuellement en mesure de pouvoir s'atteler à une telle tâche, l'auteur présente ses idées sous la forme d'une communication préliminaire avec l'espoir, dans l'avenir, de vérifier et de développer sa théorie par une expérimentation plus poussée.

2) La loi d'Arndt-Schultz et quelques essais poursuivis pour la vérification de cette loi.

Une loi généralement connue, qui s'occupe de décrire l'entretien des organismes vivants sous des actions extérieures est la loi de Arndt-Schultz. Selon cette loi les petites excitations ont une action accélérante, les grandes ont, après une action accélérante, une action inhibitrice sur les organismes ; mais ce qu'on peut nommer excitation petite ou excitation grande est tout à fait individuel.

La loi d'Arndt-Schultz date de plus de 50 ans. Pendant ce temps nombre de chercheurs ont effectué des expériences en aboutissant à une description plus exacte de ces phénomènes. Beaucoup d'entre eux ont trouvé des vérifications expérimentales, mais beaucoup sont arrivés à des résultats contradictoires. Ainsi donc, au lieu d'obtenir une description plus concrète, on est arrivé à une discussion de la loi même, dont les partisans imputent les contradictions au fait, que les chercheurs n'ont pas retenu la deuxième partie de la loi, selon laquelle le dosage est toujours individuel.

L'essentiel de cette discussion est bien résumé dans un ouvrage du professeur Dr Kötschau (1). Il y expose les résultats de ses expériences faites en 1928 (2), qui s'accordent avec des résultats expérimentaux de Loewe (3). Kötschau poursuivait ses expériences sur des organismes vivants et sur des organes isolés, et il a trouvé, que l'on peut caractériser l'action des divers produits pharmaceutiques par le faisceau de courbes de la fig. 1. Loewe a porté ses indications expérimentales sur un système de coordonnés à trois dimensions. Ils définissent une surface, dont les sections donnent un faisceau de courbes, analogue à celui de Kötschau.

(1) Kötschau : Données pour la création d'une Médecine biologique.
(2) Kötschau : Deutsche Med. Wochenschrift 1921, p. 1586 et 1631.
(3) Loewe : Ergebnisse der Pharmakologie Bd. 27.

L'explication du faisceau de courbes de Kötschau est la suivante. Portons en ordonnée la mesure (x) de la modification d'un phénomène physiologique, qui est influencé par un produit pharmaceutique, et le temps (t) en abscisse. Les courbes donnent en fonction du temps la modification du phénomène physiologique après une seule administration du médicament. Les trois courbes correspondent aux actions de trois doses différentes d'un même médicament sur un même organisme, en supposant, que les conditions physiologiques de l'organisme sont exactement les mêmes dans les trois essais.

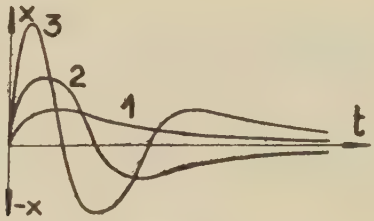


Figure 1.

La courbe 1, représente l'action de la plus petite dose, la courbe 2, celle de la dose moyenne et la courbe 3, celle de la plus forte. On voit que les petites doses exercent sur les organismes une action dirigée dans un seul sens et généralement accélérante. Les doses plus fortes possèdent une action accélérante de plus courte durée, suivie après inversion d'une action inhibitrice. Pour des doses encore plus fortes cette action inhibitrice peut devenir si importante, que l'organisme ne peut plus revenir à son état d'équilibre ($x = 0$) : l'organisme meurt.

Kötschau insiste sur le fait, que ces courbes ne sont que l'expression qualitative des phénomènes. Car il a observé d'importantes divergences quantitatives d'une courbe à une autre au cours de ses recherches, bien que les conditions des diverses expériences n'aient pas varié. Cependant l'allure des courbes correspondant à ses différents essais était toujours d'un même type.

Kötschau énumère les diverses raisons des divergences de ces courbes dans les points suivants :

1.) Le dosage.

2.) L'agent efficace qui est employé.

3.) L'objet de l'expérience.

4.) La sensibilité de l'organe ou de l'organisme expérimenté contre l'agent efficace.

5.) Le milieu.

6.) L'état du fonctionnement de l'organe ou de l'organisme au moment de l'essai. Cet état dépend de différents facteurs constitutionnels et conditionnants.

Les deux premiers points concernent la qualité et la quantité de l'excitation. Les points 3 à 6 s'occupent de l'organe ou de l'organisme expérimenté. On peut résumer plus exactement ces derniers en les deux suivants :

1.) Divergences entre les courbes de divers individus soumis à l'expérience.

2.) Divergences entre les courbes d'un même individu soumis à l'expérience à des moments différents. Ces dernières divergences doivent être mises sur le compte des modifications constitutionnelles de l'individu, qui se sont produites dans l'intervalle. Elles peuvent être provoquées par l'hérédité ou sont le produit des variations du milieu extérieur (conditions météorologiques, alimentation, sollicitations répétées, etc.).

Puisque le tracé des courbes dépend de tant de variables indépendantes, les résultats expérimentaux de Kötschau montraient des déviations importantes. L'application de la même dose sur un grand nombre de sujets provoquait chez les uns une action accélérante (voir courbe 1), chez les autres une action inhibitrice (voir courbe 2), alors qu'un troisième groupe ne révélait aucune réaction. Kötschau a tenu ces divergences pour qualitatives ; ainsi lui est-il apparu que tout se passait, comme si différentes lois étaient valables soit pour différents individus, soit pour un même individu à différents moments. N'ayant pas trouvé une loi permettant la description commune de l'ensemble des résultats expérimentaux, il a considéré les déviations comme des exceptions à une loi physique quelconque. Mais comme une loi physique ne tolère pas un nombre aussi grand d'exceptions, il a conclu que l'on ne peut établir en biologie des lois naturelles à l'instar des sciences exactes, mais seulement des « règles de types d'action » avec obligation d'admettre des exceptions à ces règles. C'est pour cela — toujours selon Kötschau — que les vérités biologiques sont d'une nature différente de celle des vérités physiques et il insiste sur la nécessité de nouvelles sciences, « la biologie théorique » et « la médecine biologique » qui doivent avoir pour but la constatation des vérités scientifiques naturelles suivant des méthodes dérivant de celles des sciences naturelles exactes.

D'après Kötschau, la courbe 1 trouvée pour les faibles doses expliquerait la justesse du traitement homéopathique. Selon lui une thérapeutique de cette nature ne doit pas se limiter à certains

médicaments. Tout médicament peut être administré en dose homéopathique et, dans ce cas, il a un effet contraire à celui observé pour les fortes doses. Sur ce point il renvoie aux recherches pharmacologiques de Loewe et Rentz (1).

Kötschau considère comme inexplicables par les lois physiques les phénomènes qui sont liés à l'accoutumance à un médicament donné (ex. le morphinisme). Il en est de même des cas d'allergie, dont le résultat est inverse des précédents, et pour les résultats obtenus par la méthode des « analogues ». Celle-ci peut se schématiser ainsi : si un médicament est susceptible de provoquer une modification à l'état physiologique d'un organisme, il peut, à faible dose, faire disparaître une modification de même nature mais suscitée par une autre cause. C'est ainsi, que l'iode provoque l'hyperfonctionnement de la glande thyroïde et est capable — à faible dose — de guérir le même hyperfonctionnement causé par la maladie de Basedow, à condition que celle-ci n'ait pas atteint un stade trop avancé.

3) L'explication mathématique des résultats expérimentaux.

Etudiant les courbes expérimentales de Kötschau et ses considérations citées ci-dessus, l'auteur a fait le raisonnement suivant :

Pour le même individu et au même moment, les deux types de courbes 1 et 2, se produisent uniquement en conséquence du changement, du dosage. Par suite ils ne peuvent révéler des différences qualitatives dans le comportement de l'individu, dont la constitution n'est pas changée. L'individu est le même, donc ne peut pas réagir selon deux lois différentes pour la même sorte d'excitation, dont la seule grandeur est variée. Par conséquent les deux sortes de courbes doivent résulter de la même loi physique, et elles ne peuvent représenter des différences qualitatives, mais seulement quantitatives.

Pour pouvoir établir cette loi, on doit voir en les différentes courbes expérimentales des solutions de la même équation mathématique, dont les constantes caractériseront les propriétés de l'individu. Nous devons donc chercher une équation, qui peut avoir pour solution le faisceau de courbes expérimental entier, c'est-à-dire coordonner mathématiquement les résultats expérimentaux ; et après cela expliquer les résultats mathématiques avec des notions de la physique et de la biologie.

Essayons donc d'interpréter mathématiquement les courbes expérimentales de Kötschau représentées sur la fig. 1, en nous

(1) Loewe l,c Rentz Dissertation originelle de l'Université de Riga, 1930.

attachant surtout, à son exemple, à leurs caractères généraux et en admettant, chose à première vue fort vraisemblable, que la famille de ces courbes est solution d'une équation différentielle de second ordre.

La théorie des équations différentielles est sans doute peu connue des lecteurs biologistes et médecins. Mais comme les idées développées ici s'adressent en particulier à eux, il importe d'éclairer le problème par un exemple simple emprunté à la mécanique : l'équation du mouvement d'une masse ponctuelle m reliée par un ressort à son appui fixe.

Le ressort, soumis à une force d'étirement ou de compression réagit par une force égale et en sens contraire (fig. 2).

Figure 2.

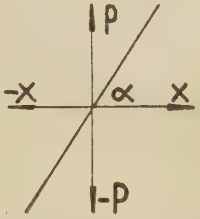


Figure 3a

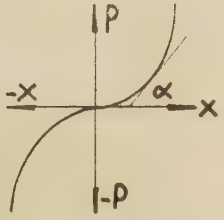


Figure 3b

Désignons par x le déplacement de l'extrémité libre du ressort de sa position de repos et par P la force opposée. La fonction $P(x)$ caractérise la capacité de réaction du ressort et c'est pourquoi on la nomme « fonction caractéristique » du ressort.

De telles fonctions caractéristiques sont désignées sur les figures 3 a) et 3 b).

On peut déterminer la courbe caractéristique d'un ressort par une expérience, en mesurant pendant un étirement et une compression les valeurs de son allongement, ou de son raccourcissement (x) et les valeurs correspondantes de sa force de réaction (P). Mais on peut la déterminer également par des calculs, si l'on connaît les constantes de la matière et les dimensions du ressort.

Si la courbe caractéristique est une droite, nous disons que le ressort a une loi de force linéaire (fig. 3 a). La réaction d'un tel ressort est proportionnelle à son allongement. L'expression de sa fonction caractéristique est :

$$P = D.\ x$$

ou D est la constante du ressort, qui ne dépend que des qualités de la matière employée et des dimensions du ressort. On peut calculer D en fonction de ces éléments, mais on peut le déterminer aussi en mesurant l'angle α, parce que :

$$D = \frac{P}{x} = \operatorname{tg} \alpha$$

Si la courbe caractéristique n'est pas une droite, comme, par exemple, sur la figure 3 b), la valeur de D ne sera pas constante. On aura :

$$D = \frac{dP}{dx} = tg\,\alpha = D\,(x)$$

où la fonction de $D(x)$ est la dérivée de la fonction $P(x)$.

Supposons que le ressort choisi a une force de loi linéaire. Si nous déplaçons de x le point de masse m par rapport à sa position de repos, le ressort s'efforcera de le ramener à cette position, avec une *force élastique* :

$$P = D.\ x$$

Si nous lâchons le point de masse m porté à l'élongation (x) le ressort le ramènera vers sa position de repos. Du fait de son inertie, le point de masse m exercera une force opposée à la force de rappel. Cette *force d'inertie* est égale au produit de la masse m par l'accélération, qui est la dérivée seconde de x selon le temps t :

$$m \frac{d^2x}{dt^2}$$

Introduisons la masse liée au ressort dans un fluide, qui freinera son mouvement. Il intervient une résistance due à la *force de viscosité* proportionnelle à la vitesse dont est animée la masse, soit :

$$R \frac{dx}{dt}$$

Les trois forces conditionnent le mouvement du système mécanique caractérisé par trois propriétés de la matière donnant naissance aux forces ; l'élasticité du ressort, l'inertie de la masse et la viscosité du liquide. Ces trois propriétés sont exprimées dans les expressions mathématiques des forces ci-dessus par des constantes D, m et R, correspondant à une supposition, que pendant l'observation ces propriétés de la matière sont considérées comme constantes.

Le système n'est en équilibre dynamique, que si le total de ces trois forces est zéro. Cette supposition d'équilibre nous donne l'équation du mouvement du système :

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + R\frac{dx}{dt} + x = 0 \qquad (1)$$

La solution de cette équation différentielle homogène et linéaire du second ordre à coefficients constants est :

$$x = A_1 e^{\alpha_1 t} + A_2 e^{\alpha_2 t} \qquad (2)$$

où A_1 et A_2 sont des constantes d'intégration, dont la valeur est fixée par les conditions initiales ; α_1 et α_2 sont les racines de l'équation caractéristique, qui s'écrit :

$$m\alpha^2 + R\alpha + D = 0$$

Elle a pour racines :

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = -\frac{R}{2m} \pm \sqrt{\frac{R^2}{4m^2} - \frac{D}{m}}$$

Par suite, si l'on a :

$$\frac{R^2}{4m^2} > \frac{D}{m} \qquad (3)$$

l'expression sous la racine carrée est positive et α_1 et α_2 sont des racines réelles. La solution de l'équation 1) est donc la somme de deux fonctions exponentielles à exposants réels.

Déterminons les conditions initiales de la façon suivante. Donnons une brusque impulsion au point de masse m, qui se trouve dans sa position de repos, c'est-à-dire que nous lui donnons une impulsion de durée négligeable par rapport au temps de l'observation de son mouvement. On peut donc considérer la masse ponctuelle, comme quittant sa position de repos avec cette vitesse communiquée instantanément. L'aspect des courbes de mouvement dans ces conditions est illustré par la figure 4.

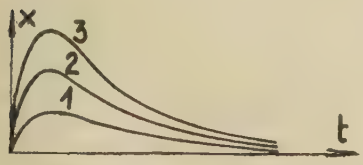


Figure 4.

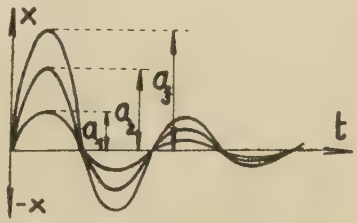


Figure 5.

Comme les valeurs de α_1 et α_2 ne dépendent que des constantes m, R et D, le type des courbes est indépendant de l'intensité de l'impulsion initiale. Avec des impulsions de force croissante, on obtient dans l'ordre les courbes 1, 2, 3. — La force d'impulsion n'influe que sur l'élongation. — Le point de masse m projeté hors de sa position de repos revient après une seule élongation dans sa position de repos initiale.

On peut réaliser de tels mouvements, par exemple, en plongeant la masse m dans un liquide de grande viscosité. Dans ce cas R est si grand, que l'inégalité 3) est vérifiée. Après une seule élongation la force de frottement extrêmement importante freine le mouvement et l'arrête.

Avec un liquide de faible viscosité la résistance peut être telle que :

$$\frac{R^2}{4m^2} < \frac{D}{m} \tag{4}$$

La racine carrée devient imaginaire et en posant :

$$\frac{R}{2m} = \delta, \quad \frac{D}{m} = \omega_0^2 \quad \text{et} \quad \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} = \omega$$

s'écrit :

$$\begin{matrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{matrix} = - \delta, \pm i \omega \tag{5}$$

Dans ce cas l'équation 2) devient :

$$X = A_1 e^{(-\delta + i\omega)t} + A_2 e^{(-\delta - i\omega)t}$$

En choisissant les conditions initiales répondant à la mise en mouvement par un choc brusque, nous pouvons, à l'aide du théorème d'Euler, réduire cette équation à la forme suivante :

$$X = a e^{-\delta t} \sin \omega t \tag{6}$$

Cette équation est illustrée par le faisceau de courbes de la fig. 5. Les courbes sont des sinusoïdes amorties, d'amplitude $a.e^{-\delta T}$. Cette amplitude diminue de façon exponentielle avec le temps. Donc quand l'inégalité 4) est satisfaite, le point de masse m se meut en un mouvement vibratoire amorti.

Le sens physique de ce phénomène est le suivant :

Quand la résistance est petite, elle ne peut plus freiner le mouvement de façon définitive après une seule élongation. La vitesse, dont est animée la masse m, au moment de son retour à sa position de départ n'est pas nulle. Elle quitte immédiatement cette position dans une direction opposée et ce va-et-vient se poursuit pendant un temps notable.

On dit que $\delta = \frac{R}{2m}$ est le *facteur d'amortissement* du mouvement. Plus il est grand, plus l'amortissement est rapide. En outre,

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} = \sqrt{\frac{D}{m} - \frac{R^2}{4m^2}}$$

est la *fréquence circulaire* et

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{D}{m} - \frac{R^2}{4m^2}}} \qquad (8)$$

la *durée d'oscillation*. (Fig. 5.)

On voit que δ et T qui dépendent de m, R et D, c'est-à-dire des constantes du système vibratoire, sont indépendantes de la valeur de l'impulsion initiale. Celle-ci n'a dans ce cas encore qu'une action sur l'amplitude (a_1, a_2, a_3, fig. 5). L'amortissement et la durée de vibration sont constants, le type des courbes ne change pas.

Il ressort de tout cela, que l'équation 1) est l'expression mathématique pour toutes les deux familles de courbes des figures 4 et 5. Mais si m, R et D sont constants, leur conditionnement, — répondant soit à l'inégalité 3), soit à l'inégalité 4), — entraîne qu'il ne peut se former qu'une de ces familles de courbes.

Il en sera tout autrement, quand m, R et D ne sont pas constants mais dépendent de x : $m(x)$, $R(x)$, $D(x)$.

Plus haut nous avons pu voir l'influence des différentes valeurs de R sur l'aspect des courbes de mouvement. Etudions maintenant le cas, où R est une fonction de x, laquelle est petite si x est grand, c'est-à-dire que la dérivée $R'(x)$ est négative.

Quand l'impulsion initiale, et par suite l'amplitude initiale sont assez petites pour que, vu la grande valeur de R — appartenant à cette petite amplitude — l'inégalité 3) soit valable, on observe un *mouvement apériodique* (fig. 6, courbe 1). Si l'impulsion

initiale, et en conséquence l'amplitude initiale est grande, R peut être assez faible pour que l'inégalité 4) devienne valable. Le mouvement prend l'aspect d'une oscillation amortie. Mais elle n'aura plus un caractère sinusoïdal, car la variation continue de R en fonction de x provoque la variation continue de T selon l'équation 8), et le résultat est une *distorsion* de la sinusoïde. Au cours de cette oscillation amortie l'amplitude diminue et R augmente. Nous arrivons à une valeur de R, ou l'inégalité 4) change en l'inégalité 3) et le mouvement devient apériodique. La courbe 2 de la figure 6 représente un mouvement ou ce changement s'effectue déjà à partir de la première amplitude négative. Pour des impulsions encore plus grandes on peut observer la courbe 3 sur la figure 6.

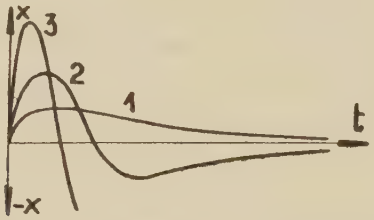


Figure 6.

L'aspect des courbes de la figure 6 est identique à celui des courbes expérimentales de Kötschau. Dans la communication originelle (1) de ses expériences, Kötschau mentionne également des courbes du type de la courbe 3, fig. 6, sous le nom de courbes « à trois phases ».

Cependant nous n'obtenons la fonction mathématique définie ci-dessus qu'en supposant R fonction de x. Nous pouvons aussi supposer, que parmi les trois facteurs caractéristiques du système vibratoire m est une fonction de x et de la dérivée :

$$\frac{dm(x)}{dx} \text{ est positive,}$$

c'est-à-dire qu'aux fortes valeurs de x correspondent les valeurs élevées de m, ou bien que D est une fonction de x et que sa dérivée :

$$\frac{d\mathrm{D}(x)}{dx} \text{ est positive.}$$

(1) Kötschau : Deutsche Med. Wochenschrift 1928, p. 1586 et 1631.

Mécaniquement, il serait difficile de réaliser un tel ensemble vibratoire, dans lequel la fonction R(x) remplirait les conditions ci-dessus. Leur réalisation pour $m(x)$ soulève une impossibilité. Mais il est facile de réaliser un système vibratoire, dans lequel D(x) répond à nos conditions. La figure 3 b) indique la fonction caractéristique d'un ressort de ce genre pour lequel D augmente pour des valeurs croissantes de x. Les courbes de mouvement d'une masse m constante, reliée à un point fixe par un tel ressort et plongée dans un liquide de coefficient de viscosité R constant, se forment selon la figure 6, parce que, pour des amplitudes élevées D est grande et l'inégalité 4) est valable, pour des amplitudes plus faibles D est petit et c'est l'inégalité 3) qui devient valable.

Nous pouvons également supposer, que les courbes P(x), (fig. 3), ne possèdent pas de symétrie et qu'ainsi les oscillations deviennent elles-mêmes asymétriques. Tous ces phénomènes provenant du fait, que P(x) n'est pas une fonction linéaire, sont désignés dans la théorie du mouvement vibratoire du nom de *distorsion non linéaire*.

3 bis. Partant des considérations de notre exemple mécanique, essayons maintenant d'établir l'équation différentielle du faisceau de courbes de Kötschau.

Ce faisceau de courbes expérimentales est caractérisé par l'observation, qu'en augmentant l'impulsion initiale (la dose) les courbes apériodiques (1, fig. 6) deviennent semblables aux courbes 2 et 3 de la fig. 6, que nous pouvions nommer « quasi-périodiques ». Pour cela, nous avons trouvé comme condition mathématique, que les coefficients m, R et D de l'équation différentielle 1) doivent être fonction de la variable indépendante x, de telle façon que :

$$\text{ou } \frac{dm}{dx} > 0 \tag{9}$$

$$\text{ou } \frac{d\mathrm{R}}{dx} > 0 \tag{10}$$

$$\text{ou } \frac{d\mathrm{D}}{dx} > 0 \tag{11}$$

Le fait de réaliser une de ces conditions seule ou les trois entraîne, qu'en fonction de l'impulsion initiale les courbes apériodiques se changent en courbes quasipériodiques. D'une façon géné-

rale, nous pouvons alors affirmer que le faisceau de courbes de Kötschau est déterminé par l'équation différentielle suivante :

$$m(x)\,\frac{d^2x}{dt^2} + \mathrm{R}(x) + \mathrm{D}(x).\ x = 0 \qquad (12)$$

La distinction des inégalités 9, 10, 11, pouvant être satisfaite par le faisceau de courbes expérimentales de Kötschau ne se fera qu'après des expériences biologiques effectuées dans ce but. A cette fin, nous allons déterminer la signification biologique de ces coefficients.

4) La signification physique et biologique de l'équation différentielle établie d'après les résultats expérimentaux.

Essayons de transposer l'équation différentielle 12) sur le terrain biologique.

Si x signifie la modification d'une qualité biologique d'un organisme, qui est modifiée par une excitation (participation de l'énergie) extérieure brusque, $m(x)$, $\mathrm{R}(x)$ et $\mathrm{D}(x)$ doivent signifier les coefficients caractéristiques pour la constitution et condition actuelle de l'organisme contre cette excitation extérieure, analogue à notre exemple de la mécanique, où ils étaient les coefficients caractéristiques « individuels » du système vibratoire.

Pour interpréter chacun de ces coefficients voyons encore une fois la signification mécanique de l'équation 12). C'était l'expression de l'équilibre dynamique des forces, agissantes sur un point de masse m. Si nous établissons l'intégrale linéaire des forces, nous obtenons l'équation du travail et par conséquent de l'énergie :

$$\int m(x)\,\frac{d^2x}{dt^2}\,dx + \int \mathrm{R}(x)\,\frac{dx}{dt}\,dx + \int \mathrm{D}(x).x.dx = 0 \qquad (13)$$

Le premier terme de cette équation est l'énergie cinétique du point de masse m en mouvement. Le deuxième terme représente la portion d'énergie dissipée en chaleur et le troisième est l'énergie potentielle du ressort étiré. L'équation constate que la somme algébrique des trois énergies doit être nulle à tout moment. C'est l'expression mathématique de la loi de *conservation de l'énergie* pour le mouvement décrit ci-dessus. Voyons ce phénomène de plus près.

Dans sa position de repos, nous avons communiqué une vitesse, c'est-à-dire une énergie cinétique à la masse. A partir du moment où cesse l'impulsion, le système n'a aucune action extérieure, alors

cette énergie cinétique est son énergie totale. Pendant l'élongation la vitesse de la masse diminue et elle atteint zéro à l'élongation maximum. L'énergie cinétique diminue avec la vitesse jusqu'à l'élongation maximum, où elle devient zéro. Mais pendant ce mouvement, en étirant le ressort, le point de masse se chargeait d'une énergie potentielle par suite de sa nouvelle position dans le champ de force du ressort.

S'il n'y avait pas viscosité, l'énergie potentielle de la position extrême devrait égaler l'énergie cinétique initiale. Mais ici, pendant l'élongation, une partie de l'énergie cinétique initiale se transforme en chaleur et seul, le reste peut se transformer en énergie potentielle réversible. Donc la somme de l'énergie transformée en chaleur et de l'énergie potentielle de la position extrême doit être égale à l'énergie cinétique du départ.

Dans sa position extrême le point de masse m n'a qu'une énergie potentielle. Mais la force du ressort le tire vers sa position de repos initiale, il démarre dans cette direction et pendant son mouvement son énergie potentielle se transforme en énergie cinétique. Vu la résistance passive (viscosité), une partie de cette énergie cinétique se transforme en chaleur. Si la viscosité est assez grande (inégalité 3), pendant le retour, toute l'énergie cinétique est ainsi dissipée, en arrivant à la position du départ, l'énergie cinétique est nulle, le point a un mouvement apériodique.

Si la viscosité est moins grande (inégalité 4) en arrivant à sa position de départ, le point de masse possède encore une partie de son énergie cinétique, il continue son mouvement au-delà de sa position de départ et étire le ressort dans un sens opposé, en se procurant de nouveau une énergie potentielle réversible. Cette énergie se transforme de nouveau en énergie cinétique en provoquant un mouvement dans la direction du mouvement initial.

Ce jeu continue aussi longtemps que toute l'énergie cinétique initiale se soit transformée en chaleur.

Donc ce n'est qu'une partie de l'énergie cinétique initiale, qui se transforme directement en chaleur, une autre partie se transforme quasi-périodiquement en énergie potentielle réversible, qui provoque des mouvements dans la direction opposée du mouvement initial, mais aussi dans la même direction. De cette façon se produisent des mouvements quasi-périodiques et périodiques dont les durées et les amortissements sont définis par les coefficients « individuels » du système : m, R et D.

4 bis. Considérons maintenant une unité biologique — un organe ou un organisme vivant, — subissant un stimulus extérieur et

examinons les échanges d'énergie qui peuvent avoir lieu dans une telle unité biologique.

L'organisme doit pouvoir exercer une réaction à l'égard de ce stimulus. Si non, toute excitation, si petite fût-elle, devrait aboutir à l'anéantissement de l'organisme, et ce dernier serait incapable de soutenir une réaction vitale quelconque. Cette idée sera posée en axiome.

Si donc l'organisme est capable de réactions vis-à-vis d'actions extérieures, cela signifie qu'il est en quelque sorte tendu par ces actions extérieures, — comme un ressort, — pour réagir et possède, pour ce faire, une énergie potentielle U.

C'est également un fait d'expérience, que la capacité de réaction d'un organisme n'est en aucun cas dépourvue d'inertie. L'organisme a besoin d'un délai pour exercer ses forces de réaction, de même que l'amortissement de ces réactions exige, lui aussi, un certain laps de temps (*temps latent*). De ce fait, l'organisme doit posséder une énergie d'inertie I.

Enfin, c'est aussi indubitable, il faut compter, qu'une partie de l'énergie se transforme en chaleur (Q) au cours des différents échanges dans l'organisme.

La loi de conservation de l'énergie est valable d'une façon générale et en particulier pour les organismes. Si après une excitation nous pouvons négliger d'autres actions extérieures, nous pouvons considérer l'organisme comme un système isolé. Il faut donc, qu'à tout moment, le total des trois énergies soit nul :

$$I + Q + U = 0 \tag{14}$$

Le problème se pose alors ainsi : peut-on exprimer les valeurs des énergies I, Q et U de l'organisme en fonction de la modification x d'une particularité de l'organisme, causée par l'excitation, sous les formes de l'expression de l'énergie de l'équation 13) ?

Les courbes expérimentales de Kötschau et Loewe donnent une réponse affirmative à cette question. Il est évident, que si l'équation 14) est valable pour l'équilibre de l'énergie de l'organisme et en même temps l'équation 12) est valable pour la fonction $x(t)$, les équations :

$$I = \int m(x) \frac{d^2x}{dt^2} dx \tag{15}$$

$$Q = \int R(x) \frac{dx}{dt} dx \tag{16}$$

$$U = \int D(x) . x . dx \tag{17}$$

le seront aussi.

Tout cela montre que les transformations énergétiques dans un organisme, — sollicité par une brusque excitation de courte durée, — se passent comme pour le mouvement d'une masse punctiforme reliée d'une façon élastique à son appui fixe. Par suite du choc, il apparaît une énergie cinétique, dont quelque partie se transformera par suite de la capacité de réaction des organismes en énergie potentielle avant de se transformer en chaleur. Cette énergie potentielle peut causer des phénomènes quasi-périodiques, si l'inégalité 4) est valable pour les coefficients constitutionnels individuels $m(x)$, $\mathrm{R}(x)$ et $\mathrm{D}(x)$ de l'organisme. Il pourrait donc se produire la deuxième ou troisième « phase » de Kötschau.

Essayons maintenant d'établir les équations 15), 16) et 17) pour les organismes vivants en partant de considérations purement théoriques, et voyons s'ils ne contrediraient pas quelque loi des sciences exactes.

La validité de l'équation 15) est une conséquence directe de l'idée d'inertie. Si l'énergie cinétique I naît d'une inertie s'opposant à la modification x, le facteur biologique, qui correspond à la force d'inertie, doit être proportionnel à la dérivée seconde de x selon le temps, et l'énergie de l'inertie égalera l'intégrale selon x de ce facteur.

La fonction $\mathrm{Q}(x)$ donnée par l'équation 16) exprime l'énergie calorifique. Si la valeur de R est constante, l'expression est identique à celle de l'énergie, qui se transforme en chaleur dans les fluides par suite du frottement et dans les circuits des courants électriques par suite de la résistance des conducteurs. L'équation 16) vaut donc pour chaque mouvement qui se passe dans l'intérieur des organismes, même pour les mouvements des ions. Si nous devons compter éventuellement avec d'autres formes d'énergie calorifique, cela signifie que l'amortissement n'a pas une forme purement exponentielle. Ceci peut être exprimé par la fonction $\mathrm{R}(x)$. De toute façon l'énergie transformée en chaleur doit produire un amortissement.

Enfin l'énergie potentielle doit être proportionnelle à la modification x, au moins jusqu'à la limite de sollicitation de l'organisme. Mais cette limite doit être exprimée par la fonction $\mathrm{D}(x)$. Ainsi l'équation 17) doit être valable de même.

En résumé, nous pouvons constater que si l'on postule, notamment pour les organismes vivants, deux possibilités :

1) celle d'une capacité de réaction ;

2) celle d'une inertie

contre les actions extérieures, nous pouvons exprimer par l'équation 13) la conservation de l'énergie, et par l'équation 12) l'équilibre dynamique des organismes vivants.

De cette manière, il se vérifie sur la base de considérations précises qu'un organe ou un organisme sollicité par un choc doit avoir une réaction exprimée par un faisceau de courbes, analogue à celui trouvé expérimentalement par Kötschau et Loewe.

Suivant l'équation 13), on explique le sens biologique des coefficients constitutionnels comme suit : $m(x)$ est le coefficient de l'énergie de l'inertie, $R(x)$ le coefficient de l'énergie calorifique et $D(x)$ le coefficient de l'énergie potentielle de l'organisme contre l'excitation. Ce seront les expressions mathématiques et physiques des particularités de l'organisme, qui déterminent comment l'organisme transforme une énergie communiquée, en énergie cinétique, calorique et potentielle.

Suivant l'équation 12) on pourra définir ces coefficients, comme les fonctions caractéristiques « d'inertie », de « frottement » et « d'élasticité » d'un individu déterminé, en face d'un stimulus donné.

Ces fonctions caractéristiques, d'un certain individu, déterminent l'allure de ses courbes de réaction pour un certain stimulus. Sur des individus différents, $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$ peuvent avoir des valeurs très différentes, comme des systèmes vibratoires différents ont en général des facteurs m, R et D différents.

Il est clair que les fonctions $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$ peuvent changer pour le même individu, aussi, pendant un certain temps, si l'on considère que les organismes vivants captent toujours de l'énergie de leurs milieux (nourriture, radiations, etc...). Ce phénomène est l'équivalent de la modification de l'élasticité d'un ressort par suite d'un traitement thermique ou mécanique. En accord avec ceci, les chercheurs ont trouvé des courbes de réactions différentes, non seulement pour des individus différents, mais aussi pour le même individu à différents moments.

L'explication mathématique de ce phénomène observé est même possible, en considérant les fonctions caractéristiques individuelles, comme fonctions à deux variables indépendantes x et t. Dans nos équations 12) et 13), nous devons alors écrire $m(x, t)$, $R(x, t)$ et $D(x, t)$. Par cela, ils ont un caractère plus général.

Nous devons donc remarquer, que pour la validité de nos équations 12) et 13), dans leurs formes originelles, nous devons satisfaire à deux conditions préalables :

1) la durée de l'action extérieure doit être petite par rapport à la durée de la réaction ;
2) la durée de la réaction doit être petite par rapport au temps qui est nécessaire pour pouvoir observer un changement des fonctions $m(x)$, $R(x)$, $D(x)$.

Nous voulons même remarquer que si ces deux conditions n'étaient pas bien satisfaisantes à l'occasion de tous les essais de Kötschau et Loewe, soit par suite d'un temps de résorption du stimulus non négligeable, soit par suite d'un changement des fonctions caractéristiques pendant l'expérience, cette circonstance pouvait causer même des divergences entre les courbes d'essais.

Les raisons des différences individuelles des fonctions caractéristiques et les raisons par lesquelles les facteurs du milieu influencent ces fonctions, ne peuvent être déterminées que par des recherches biologiques effectuées dans ce but. Il est très vraisemblable que la littérature biologique renferme des résultats expérimentaux de ce genre, résultats qui peuvent être utilisés suivant les distinctions expliquées ci-dessus et donneront des bases pour des recherches méthodiques ultérieures. Dans le chapitre suivant nous considérerons quelques résultats expérimentaux de ce genre, mais d'abord nous voulons essayer de formuler d'une façon strictement mathématique certains problèmes soulevés par Kötschau.

Une action thérapeutique « monophasée » aura lieu aussi longtemps que les facteurs $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$ des organismes répondent à l'inégalité 3). L'action peut devenir « bi- » ou « polyphasée » quand les facteurs mentionnés ci-dessus répondent à l'inégalité 4). Dans ce sens, nous pouvons considérer l'inégalité 3) comme le critérium d'existence des possibilités d'un traitement homéopathique.

A la question de savoir si tous les agents thérapeutiques peuvent être administrés en doses homéopathiques, nous devons répondre que tous les agents thérapeutiques, pour lesquels les fonctions $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$ de l'organisme visé satisfont l'inégalité 3) peuvent l'être effectivement. Mais en principe, il peut y avoir d'autres médicaments et d'autres sujets, dont les facteurs $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$ ne satisfont pas à ces conditions.

A l'aide de ce qui précède nous pouvons donner une explication simple de la méthode des « analogues ». Les analogues provoquent dans l'organisme un potentiel de défense plus élevé, qui lui permettra de combattre la maladie, dès que l'action de « l'analogue » cessera. Mais si l'organisme, par l'excitation initiale, provoquée par la maladie, est amené dans un état voisin de celui où l'inégalité 3) se transforme en l'inégalité 4), ou si nous lui administrons les analogues à grandes doses, l'excès des analogues peut l'amener dans la phase opposée. Ceci explique que la méthode des analogues donne les meilleurs résultats dans le stade initial d'une maladie.

5) Des coefficients $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$ des organismes.

Les essais de Kötschau et Loewe ont étudié le phénomène par une méthode « dynamique » en observant les variations d'une

propriété de l'organisme en fonction du temps après une seule administration d'un stimulus. Par l'explication mathématique et physique du faisceau des courbes obtenu par cette méthode, nous arrivons aux notions des coefficients $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$, et nous pouvions déterminer qu'au moins un des coefficients doit être une fonction de x dans le sens des inégalités 15), 16) et 17), pour que ce faisceau des courbes expérimentales puisse se produire.

Une autre méthode, pour étudier le même problème, serait la méthode « statique », qui consiste en ceci : l'on détermine expérimentalement les fonctions $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$, (en analogie avec la détermination de la fonction caractéristique d'un ressort), et l'on pose les données ainsi obtenues dans l'équation 12). De cette équation on peut déduire la fonction (x, t).

Essayons d'examiner selon cette méthode le coefficient $D(x)$ qui caractérise la capacité de réaction des organismes.

Les organismes réagissent aux actions extérieures par des phénomènes différents, qu'on appelle leurs réactions. La force de réaction intérieure (P) ne peut apparaître, qu'après le développement d'une modification x de l'organisme, causée par l'action extérieure. Le phénomène est semblable à celui de la force de réaction du ressort, qui est une conséquence de l'allongement x, causé par une force extérieure. L'excitation paraîtra donc dans l'organisme sous forme d'une modification x, qui provoque la réaction P. Si nous portons en abscisse les valeurs de l'excitation x, et en ordonnée les valeurs de la réaction P, la fonction $P(x)$ sera analogue à la fonction caractéristique du ressort de notre exemple tiré de la mécanique. La dérivée de cette fonction sera la fonction $D(x)$ que nous pouvons appeler la caractéristique de l'irritabilité ou de la sensibilité de l'organisme, contre cette action.

Cette courbe de $P(x)$ (voir figure 7), est bien connue dans la

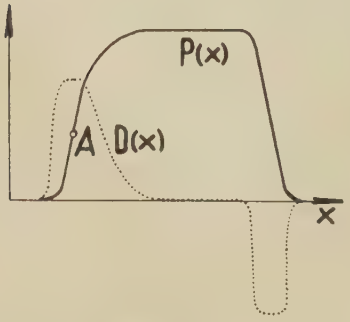


Figure 7.

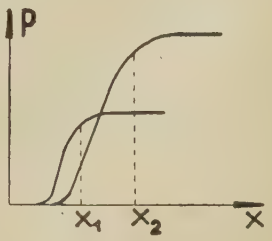


Figure 8.

littérature, en biologie. Pour pouvoir provoquer une réaction mesurable, il faut une certaine intensité de l'excitation. On appelle cette valeur de l'excitation *valeur de seuil*. Si l'intensité de l'excitation augmente, la réaction augmente aussi, jusqu'à une valeur maximum. Cette réaction maximum reste constante même si l'excitation augmente. En cas des très grandes excitations, la réaction diminue, l'organisme est épuisé, finalement n'ayant plus de réaction, il meurt.

L'analogie de cette courbe avec celle de la traction est frappante. Le ressort se comporte identiquement lorsqu'on l'allonge exagérément. Après un certain allongement il n'aura plus de « *ressort* », une déformation permanente se manifestera, enfin il se rompra. Il est donc vraisemblable, que les organismes vivants réagissent contre les sollicitations extérieures tout comme les objets inanimés.

Avant de continuer l'examen de cette analogie, voyons, comment satisfont les courbes $P(x)$ et $D(x)$ de la figure 7. La condition mathématique de l'inégalité 11), que représente la courbe de la figure 3 b). En comparant ces figures, nous voyons que la condition de l'inégalité 15) est satisfaite jusqu'au point d'inflexion A de la figure 7. Au-dessous de cette limite, aux petites amplitudes (petites doses) appartiennent des petites valeurs, aux grandes amplitudes (grandes doses) des grandes valeurs de D. En cas des petites doses l'inégalité 3), en cas des grandes doses l'inégalité 4) est valable. Aux petites doses correspondent les courbes $x(t)$ monophasées, aux grandes doses les courbes $x(t)$ polyphasées.

Nous voyons donc, que les fonctions $P(x)$ et $D(x)$ des organismes vivants sont telles, qu'elles peuvent justifier les phénomènes homéopathiques et les courbes polyphasées même, si nous supposons $m = \text{const.}$ et $R = \text{const.}$

Du point d'inflexion jusqu'à la réaction maximum la valeur de $\frac{dp}{dx}$ est négative. (En augmentant x, D diminue.)

Si l'état de repos de l'organisme avant l'administration de l'excitant était vraiment un état de repos, (un état sans excitations, correspondant au point O du graphique 7), et nous administrons une dose, qui provoque une plus grande excitation que celle qui correspond au point A, l'allure de la courbe $x(t)$ sera quasi-périodique. Ceci vient du fait, qu'en passant la partie à grande pente du graphique, l'organisme s'est déjà procuré une si grande énergie potentielle, qu'elle ne peut se transformer entièrement en chaleur avant le rétablissement de l'état de repos. La diminution du D, qui correspond à la courbure supérieure du

graphique de $P(x)$ ne cause qu'une distorsion non linéaire de la courbe sinusoïdale de $x(t)$.

Différente est la situation, si au moment du choc l'organisme n'est pas dans son état de repos, qui correspond au point O du graphique 7), mais par suite d'une excitation de même nature il se trouve dans un état qui correspond à un point de la courbure supérieure du graphique de $P(x)$, pour lequel, par suite de la diminution de D, l'inégalité 3) est valable. Alors, en partant de cet état de démarrage modifié, il y aura une courbe $x(t)$ monophasée.

Kötschau décrit ce phénomène, — en connexion avec son point 6) que nous avons cité (page 212), — ainsi : « J'ai observé qu'un organe resp., un organisme réagit d'autant plus dans le sens de la courbe 1 (sur notre fig. 1), que sa fonction observée est éloignée de l'état normal dans cette direction, qui correspond à l'action du stimulant employé. » Voilà une explication acceptable de ce phénomène.

Le graphique de la fig. 7) n'est qu'un cas général des fonctions $P(x)$ des organismes vivants. Les courbes $P(x)$ du même organisme pour différentes excitations sont sensiblement différentes. Il y a possibilités d'excitations, pour lesquelles la pente de la courbe $P(x)$ n'atteint pas la valeur, qui est nécessaire pour satisfaire à l'inégalité 4). De telles excitations ne peuvent avoir qu'un effet monophasé. Pour d'autres excitations la courbe $P(x)$ après la valeur de seuil peut présenter une rupture tellement raide, que l'excitation ne peut avoir qu'un effet polyphasé. Il y a des excitations pour lesquelles la deuxième partie de la courbe manque. En atteignant la valeur du seuil, l'organisme réagit aussitôt avec la réaction maximum. C'est la courbe « tout ou rien ».

Il est évident qu'il y a des déviations entre les courbes $P(x)$ des différents individus pour la même excitation et, par conséquent, la même dose qui est inefficace pour un individu (elle est plus petite que la valeur de seuil de cet individu), peut avoir un effet monophasé pour un autre individu, et polyphasé pour un troisième. Cela signifie que les différents individus ont une sensibilité différente pour la même dose d'une excitation.

Mais il faut définir avec plus d'exactitude la notion de la sensibilité.

On ne peut pas considérer un individu quelconque plus sensible qu'un autre à une certaine sorte d'excitation, parce que le facteur de sensibilité est fonction de la grandeur de l'excitation même. On peut illustrer cette thèse par la figure 8), où l'on voit deux courbes possibles de $P(x)$ de deux individus différents pour la même sorte d'excitation. Pour une dose, qui cause une amplitude initiale X_1,

l'individu n° 1, ayant une plus grande réaction, est à considérer comme plus sensible que l'individu n° 2. Pour une autre dose X_2, c'est le contraire.

La *sensibilité* d'un individu est l'aptitude de réaction vis-à-vis d'une certaine excitation. Nous la définissons par la dérivée $D = P'(x)$, c'est-à-dire la tangente de la courbe $P(x)$. Comme la fig. 7 le montre, elle est même fonction de la mesure de l'excitation : x. La sensibilité d'un individu pour une certaine sorte d'excitation ne peut être définie exactement que par sa courbe $P(x)$ ou $D(x)$.

La sensibilité de deux individus peut différer de plusieurs façons.

Par exemple, il y a la possibilité d'une déviation entre deux courbes de $P(x)$, de telle façon qu'une des courbes est plus raide dans sa deuxième partie que l'autre. Nous appellerons l'individu ayant la courbe plus raide, plus sensible. Mais on peut s'imaginer une déviation entre deux courbes, de telle façon que l'une est déplacée par rapport à l'autre vers x (fig. 9). Nous dirons que l'individu de la courbe 1 est plus sensible que celui de la courbe 2, parce qu'il a de plus grandes réactions pour les mêmes excitations. Mais tels exemples, où un des individus est plus sensible pour toutes les grandeurs de l'excitation, que l'autre, ne sont que des cas particuliers. Le cas le plus général est représenté par l'exemple de notre fig. 8.

Le changement de la sensibilité du même individu contre la même excitation en fonction du temps est motivé par le phénomène, que les organismes sont capables de bâtir leurs cellules aux dépens des sources d'énergie extérieures. Ce travail des organismes dure pendant la vie entière et peut être influencé par des facteurs extérieurs et intérieurs, de telle façon que les courbes de réaction de l'organisme changent. Le mécanisme biologique de cette influence ne peut être éclairé que par des expériences.

En ce qui concerne le changement de la sensibilité du même individu par suite de sollicitations répétées, Kötschau dit ceci : « La sensibilité dépend des facteurs constitutionnels et conditionnels. En traitant des organes isolés, il est à remarquer, qu'après un traitement répété, sa sensibilité peut augmenter ou diminuer vis-à-vis de ce traitement, par conséquence, l'action du même dosage devient entièrement différente quantitativement et qualitativement ».

La répétition du même traitement peut ainsi modifier les caractéristiques de la sensibilité de l'organe ou de l'organisme vis-à-vis de ce traitement. Si l'organisme devient « moins sensible », nous arrivons aux phénomènes de l'accoutumance aux médicaments, s'il devient « plus sensible », aux phénomènes de l'allergie.

En voyant l'analogie entre notre figure 7) et les graphiques de traction des matières élastiques, on songe inévitablement à la possibilité d'une analogie entre les phénomènes du changement des graphiques de la traction par suite des sollicitations répétées et les phénomènes mentionnés ci-dessus.

Si on sollicite une matière élastique — par exemple un ressort — par traction, et on porte en abscisse la longueur et en ordonnée la force de réaction de cette matière, on obtient généralement le graphique $P(x)$ de la fig. 9. Tant que la longueur ne dépasse pas une certaine valeur X_1, la force de réaction croît proportionnellement à l'allongement (loi de Hooke). Si on cesse peu à peu la traction, la force de réaction reprend, au retour, la valeur qu'elle avait à l'aller pour le même allongement, la déformation est réversible, la matière est parfaitement élastique. Si l'allongement dépasse la valeur X_1-X_0, la force de réaction croît moins rapidement avec l'allongement, que dans la zone de l'élasticité. D'autre part, arrivé à la longueur de X_2, diminuons la force de la traction ; nous constatons que les forces de réaction ne prennent pas au retour les mêmes valeurs qu'à l'aller, elles sont diminuées, la force de réaction atteint le zéro à la longueur X_0, il subsiste une déformation permanente X'_0-X_0. Partant de X_0, étirons de nouveau la matière, la ligne obtenue coïncide à peu près avec la ligne 2, après X_2 il s'infléchit selon la figure. En arrivant à une plus grande longueur X_3, la déformation permanente sera X''_0-X_0 et la fonction $P(x)$ sera la ligne 3. En cas d'allongements plus grands, P devient constante puisqu'elle diminue ; finalement à une certaine longueur la matière se rompt (X_4).

Si nous supposons, que les organismes vivants se comportent de même, nous pouvons éclaircir les phénomènes de l'accoutumance aux médicaments de telle sorte, qu'à la suite des dosages croissants du même stimulus, la courbe $P(x)$ de l'organisme (fig. 7), se déplace

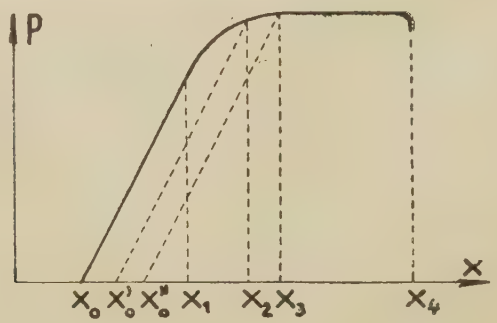


Figure 9.

vers x, pareillement que la courbe de la fig. 9, et par conséquent la sensibilité de l'organisme diminue, parce qu'à la même valeur de x appartient une plus petite force de réaction P.

Cette supposition ne suffit toutefois pas pour décrire ce phénomène des organismes vivants. C'est que les organismes vivants puisent constamment de l'énergie dans leurs milieux (nourriture, radiations, etc...). Cet apport d'énergie permet aux organismes, de régénérer leurs déficiences dans quelques limites. En plus les organismes peuvent s'accumuler d'énergie et cette énergie en réserve assure leur capacité de régénération même en absence passagère de nourriture. Par suite de cette capacité de régénération, des excitations permanentes peuvent susciter le développement de quelques organes (entraînement par le sport, etc...). On doit donc compter dans l'intérieur des organismes avec un processus secondaire, qui se passe dans la direction du rétablissement de la courbe $P(x)$ originaire, par suite d'une admission de l'énergie du milieu, au dépens des sources d'énergie extérieures. Si on cesse l'administration des médicaments, l'organisme peut regagner sa sensibilité primitive. (Les vaccinations défensives deviennent inefficaces après quelques temps.)

Le ressort éprouvant une déformation permanente peut aussi être ramené à sa courbe de traction originaire par un traitement thermique ou mécanique, c'est-à-dire par une admission d'énergie. Mais traité ainsi, il pourra suivre une autre courbe de traction, différente de sa courbe initiale, par exemple, une courbe plus raide. Nous pouvons supposer, que les organismes, étant capables de bâtir leurs cellules aux dépens des sources d'énergie extérieures, peuvent effectuer ce travail eux-mêmes sous forme d'une réaction secondaire durant plus longtemps.

Il semble alors, que les actions extérieures répétées suscitent dans l'organisme deux transformations d'état, opposées l'une à l'autre. L'une est un effet direct de la répétition des actions extérieures, qui amène l'épuisement de la capacité de réaction primaire, et modifie la courbe de $P(x)$ dans la direction de la désensibilisation (par exemple, selon la fig. 9). L'autre est la réaction secondaire, qui répond aux actions extérieures répétées en puisant dans les sources d'énergie extérieures pour pouvoir rétablir l'état primitif.

Selon les observateurs, la mise en marche de cette réaction secondaire a besoin d'un temps relativement long ; il est vraisemblable, que le freinage de cette réaction dure également longtemps. Si entre temps les actions extérieures cessent et la réaction secondaire continue par suite de son inertie, on peut imaginer, que les courbes de $P(x)$ se modifient au-delà de l'état originaire, dans la

direction d'êtres plus sensibles, soit par le déplacement de la courbe à gauche, soit par l'augmentation de sa raideur. Il peut se créer une courbe « tout ou rien » ; et nous arrivons ainsi au cas de l'allergie.

En déclarant que les considérations traitées ci-dessus ont un caractère hypothétique et elles ont besoin d'être vérifiées par de nombreuses expériences méthodiques, nous voulons passer du thème des qualités des fonctions $D(x)$ et $P(x)$ aux observations concernant les fonctions $m(x)$ et $R(x)$.

La fonction $m(x)$ caractérise l'inertie des organismes contre les actions extérieures. Les chercheurs biologiques ont exprimé cette notion par l'idée du temps latent. On a observé, que dans la section seconde de la fig. 7 (réaction croissante), le temps latent est en rapport inverse de la grandeur de l'excitation. Ce résultat est en contradiction avec notre inégalité 9) selon laquelle la dérivée $\frac{dm}{dx}$ doit être positive.

Si la dérivée $\frac{dm}{dx}$ est négative et la dérivée $\frac{dD}{dx}$ est en même temps positive, les valeurs des dérivées secondes détermineront, que l'effet de la fonction $D(x)$ ou celui de la fonction $m(x)$ sont en prépondérance. En ce qui concerne ceci, nous ne pouvons pas tirer des conclusions, sans avoir des résultats expérimentaux.

Mais nous devons être prudents avec la notion du temps latent. On comprend par cela la différence entre le moment de l'excitation et celui de la réaction observée. Cette différence du temps contient aussi le temps de la transmission de l'excitation et ce dernier n'appartient pas à la notion de l'inertie. L'énergie de l'inertie est caractérisée par sa réversibilité : elle peut se transformer en énergie potentielle. Mais l'énergie de la transmission se change en chaleur. Il est possible donc, que la diminution du temps latent aux excitations croissantes est causée par la diminution du temps de transmission.

En ce qui concerne la fonction $R(x)$ nous n'avons pas actuellement aucun résultat expérimental à notre disposition. Il est connu, que les excitations suscitent une production de l'énergie calorifique dans l'intérieur des organismes. Selon nos considérations traitées ci-dessus cela doit être le résultat final des transformations énergétiques. Nous avons considéré les possibilités des différentes formes de 1, amortissement sur page 225.

Nous voyons donc, qu'il est nécessaire d'effectuer beaucoup d'expériences méthodiques pour pouvoir connaître toutes les qua-

lités des fonctions $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$ des organismes. Vraisemblablement les causes des plus grandes difficultés expérimentales sont données dans la circonstance, que ces fonctions sont à étudier indépendamment l'une de l'autre. Pour cette raison il est probable, que les expériences de caractère statique devront être complétées par des expériences de caractère dynamique, pareilles aux expériences de Kötschau et Loewe.

Systématisation

Cet essai d'explication mathématique et physique des résultats expérimentaux de Kötschau et de Loewe se rapportait à des conditions particulières. Deux de ces conditions ont été énumérées page 225, à savoir que la durée de l'action extérieure doit être petite par rapport à la durée de la réaction et que la durée de la réaction doit être petite par rapport à ce temps, qui est nécessaire pour pouvoir observer un changement des fonctions $m(x)$, $R(x)$ et $D(x)$ de l'individu expérimenté. Une troisième condition mentionnée page 224 était que l'organisme étudié doit être considéré comme un système fermé, c'est-à-dire un système, qui pendant la durée de l'observation ne doit pas avoir d'échanges d'énergie avec son milieu.

Pour arriver à la description générale de la réaction des organismes vivants contre des actions extérieures, nous devons généraliser nos conditions préliminaires. Pour ce but, nous allons supprimer une par une nos trois conditions mentionnées ci-dessus.

Si la première n'est pas satisfaite, c'est-à-dire la durée de l'action extérieure n'est pas négligeable par rapport à la durée de la réaction, nous devons écrire au côté droit de l'équation la « *fonction de dérangement* » $P(t)$ correspondant à l'action durant plus longtemps :

$$m(x)\frac{d^2x}{dt^2} + R(x)\frac{dx}{dt} + D(x).\ x = P(t) \qquad (18)$$

Par suite l'équation énergétique sera :

$$\int m(x)\frac{d^2x}{dt^2}\,dx + \int R(x)\frac{dx}{dt}\,dx + \int D(x).x.\,dx = \int P(t) \qquad (19)$$

La solution $x(t)$ de ces équations se modifiera selon l'allure de la fonction $P(t)$.

Si la deuxième condition n'est pas satisfaite nous devons considérer les fonctions caractéristiques de l'individu, comme fonctions

de deux variables, de x et du temps t. L'équation d'équilibre des forces biologiques sera donc :

$$m(x,t)\ \frac{d^2x}{dt^2} + \mathrm{R}(x,t)\ \frac{dx}{dt} + \mathrm{D}(x,t)x = \mathrm{P}(t) \qquad (20)$$

et l'équation énergétique :

$$\int m(x,t)\ \frac{d^2x}{dt^2}\,dx + \int \mathrm{R}(x,t)\ \frac{dx}{dt}\,dx + \int \mathrm{D}(x,t).x.dx = \int \mathrm{P}(t)dx \qquad (21)$$

Si même la troisième condition n'est pas satisfaite, c'est-à-dire si pendant l'expérience l'organisme prend de l'énergie de son milieu ou perd de l'énergie vers son milieu, c'est même une action extérieure, dont la fonction de dérangement a a lieu au côté droit des équations, alors :

$$m(x,t)\ \frac{d^2x}{dt^2} + \mathrm{R}(x,t)\ \frac{dx}{dt} + \mathrm{D}(x,t)\,x = \mathrm{P}(t) + \mathrm{P}'(t) \qquad (22)$$

et

$$\int m(x,t)\ \frac{d^2x}{dt^2}\,dx + \int \mathrm{R}(x,t)\ \frac{dx}{dt}\,dx + \int \mathrm{D}(x,t)\,x\,dx = \int \mathrm{P}(t)dx + \int \mathrm{P}'(t)\,dx \qquad (23)$$

Mais ces équations, même plus générales que nos équations 12) et 13), ne suffisent pas à décrire le cas le plus général de la réaction d'un organisme vivant contre une action extérieure.

En interprétant ses essais, Kötschau parle toujours, des organes isolés ou des organismes vivants. Mais quand il parle de la réaction d'un organisme, il ne peut comprendre autre chose, que la réaction d'un organe excité, qui fait partie d'un organisme vivant. Nous devons alors définir la condition, sous laquelle un organe bâti dans un organisme vivant peut être considéré de la même façon comme s'il était isolé.

Cette condition est, que l'organe — partie d'un organisme vivant — ne doit pas avoir d'échanges d'énergie avec les autres organes de l'organisme pendant la durée de l'observation de sa réaction en parole. Ou, au moins, que cet échange d'énergie doit être négligeable par rapport aux autres sortes d'énergie faisant partie du jeu énergétique.

Nous devons donc prescrire même cette condition pour la validité de toutes nos équations 12), 13) et 18) à 23).

Il se peut, que, dans les organismes vivants il y ait des organes, qui peuvent être considérés pour certaines excitations extérieures comme il vient d'être dit, donc pour ceux-ci les courbes expérimentales de courte durée seront de la même allure, s'ils sont isolés ou non. Mais il est certain que dans un organisme aussi complexe, que l'organisme humain, il y a des organes (par exemple, pancréas - surrénales) qui réagissent immédiatement sur l'excitation d'un autre ; d'où un certain couplage, et pour des observations de longue durée presque tous les organes montrent des phénomènes d'échanges d'énergie entre eux.

Si nous voulons établir la description générale mathématique de la réaction d'un organisme contre une certaine action extérieure, nous devons tenir compte avec ces échanges d'énergie. Nous devons donc établir pour chaque organe une équation différentielle du caractère de l'équation différentielle 23), et ajouter au premier membre de l'équation des énergies, qui sont en jeu entre cet organe et les autres organes de l'organisme.

Si entre le k-^{me} organe et le n-^{me} organe d'un organisme il y a lieu d'échange d'énergie, cette énergie peut avoir un caractère potentiel, cinétique ou calorifique. Correspondant à cela, l'énergie transmise du k-^{me} oragne à l'n-^{me} peut avoir trois formes :

$$U_{kn} = \int_{x_k} D_{kn}(x_n t)\, x_k\, dx_k,$$

$$I_{kn} = \int_{x_k} m_{kn}(x_n t)\, \frac{d^2 x_k}{dt^2}\, dx_k,$$

$$\text{et } Q_{kn} = \int_{x_k} R_{kn}(x_n t)\, \frac{dx_k}{dt}\, dx_k \qquad (24)$$

et l'énergie transmise du n-^{me} organe au k-^{me} :

$$U_{nk} = \int_{x_k} D_{nk}(x_k t)\, x_n\, dx_n,$$

$$I_{nk} = \int_{x_k} m_{nk}(x_k t)\, \frac{d^2 x_n}{dt^2}\, dx_n,$$

$$\text{et } Q_{nk} = \int_{x_k} R_{nk}(x_k t)\, \frac{dx_n}{dt}\, dx_n \qquad (25)$$

Dans ces équations x_n et x_k sont les réactions du n-me et K-me organe, D_{kn}, D_{nk}, m_{kn}, m_{nk}, R_{kn}, R_{nk}, sont les coefficients du couplage entre le k-me et n-me organe.

L'équation différentielle pour le k-me organe sera :

$$\int_{x_k} m_k(x_k t)\,\frac{d^2x_k}{dt^2}\,dx_k + \int_{x_k} R_k(x_k t)\,\frac{dx_k}{dt}\,dx_k + \int_{x_k} D_k(x_k t)\,x_k\,dx_k + \sum_n \left(\int_{x_n} m_{nk}(x_k t)\,\frac{d^2x_k}{dt^2}\,dx_n + \int_{x_n} R_{nk}(x_k t)\,\frac{dx_n}{dt}\,dx_n + \int_{x_n} D_{nk}(x_k t)\,x_n\,dx_n \right) = \int_{x_k} P(t)\,dx_k + \int_{x_k} P'(t)\,dx_k \qquad (26)$$

et celle pour le n-me

$$\int_{x_n} m_n(x_n t)\,\frac{d^2x_n}{dt^2}\,dx_n + \int_{x_n} R_n(x_n t)\,\frac{dx_n}{dt}\,dx_n + \int_{x_n} D_n(x_n t)\,x_n\,dx_n + \sum_k \left(\int_{x_k} m_{kn}(x_n t)\,\frac{d^2x_k}{dt^2}\,dx_k + \int_{x_k} R_{kn}(x_n t)\,\frac{dx_k}{dt}\,dx_k + \int_{x_k} D_{kn}(x_n t)\,x_k\,dx_k \right) = \int_{x_n} P(t)\,dx_n + \int_{x_n} P'(t)\,dx_n \qquad (27)$$

par suite du couplage, l'n-me organe réagira pour une excitation du k-me et vice-versa.

Dans le cas le plus général le côté gauche d'une de ces équations doit contenir, outre les premiers trois termes, autant de fois trois termes au caractère de nos équations 24) et 25), que le nombre des autres organes de l'organisme, ce qui est exprimé par les Σ^n et Σ^k et le nombre des équations différentielles du système entier doit être même égal au nombre des organes ou peut être au nombre des cromosomes. On appelle les systèmes de ce genre de systèmes à plusieurs degrés de liberté, tandis qu'un système contenant un seul organe est un système à un seul degré de liberté.

Dans la mécanique les systèmes à plusieurs degrés de liberté consistent en plusieurs masses et plusieurs ressorts.

Si on considère le grand nombre des inconnues dans ces équations pour un système aussi complexe que le corps humain, on est enclin à penser, que leur solution sera un travail mathématique désespéré.

Mais le grand progrès atteint dans les dernières années par les machines à calcul électroniques, pourrait abréger la résolution de tels systèmes.

En tout cas, on comprend pourquoi un docteur, dans sa pratique journalière, doit s'en remettre à son intuition personnelle.

CONCLUSIONS

Nous avons résumé ci-dessus les considérations rencontrées par l'auteur pendant ses études sur la capacité de réaction des organismes vivants. Les déductions se basent sur des résultats d'observations expérimentales et elles ne sont jamais en contradiction avec les lois des sciences exactes. Nous avons trouvé, que la cause de telles contradictions dans la littérature de ce problème était l'introduction des notions insuffisamment définies (habitus, sensibilité, etc...). En s'éloignant par cela des méthodes des sciences exactes, les chercheurs étaient entraînés à imputer un caractère exceptionnel des lois de la physique aux phénomènes biologiques.

Il nous semble, que nous avons réussi à expliquer selon la méthode des sciences exactes un groupe de phénomènes, dont l'explication exacte jusqu'ici semblait difficile.

Une partie de nos considérations possède un caractère hypothétique. Pour notre excuse, nous voulons invoquer que la matière expérimentale de cette question est incomplète et parfois impropre à une adaptation exacte. Malheureusement la plupart des chercheurs biologiques néglige la définition exacte de toutes les variables du phénomène expérimenté et de toutes les conditions de l'essai, et par suite il est difficile de trouver des publications d'expériences, comme celles de Kötschau et de Loewe, qui se prêtent aisément à l'adaptation exacte. Par exemple, dans la littérature concernant l'effet biologique de l'ultrason, certains chercheurs indiquent, que telles bactéries sont tuées par le rayonnement tandis que d'autres affirment que ce dernier augmente la capacité de reproduction des mêmes bactéries et aucun des deux ne mentionne même pas la grandeur du dosage. Il est vraisemblable, que ces phénomènes sont voisins des phénomènes polyphasés décrits par Kötschau. De plus, des bactéries sont des organismes, qui obéissent à la loi de la conservation de l'énergie de même façon que les organismes plus élevés.

Il peut être aussi, que des phénomènes polyphasés pour les bactéries et polyphasés en même temps pour l'organisme infecté par les bactéries, provoquent de tels phénomènes, comme la résistance des bactéries aux traitements médicaux (sulfonamide, pénicilline)

comme la sollicitation de l'organisme par deux sortes de bactéries, ou médicaments en même temps (DT vaccination-tuberculose ou tetanus-strichnin) et peut être bien d'autres phénomènes biologiques, dont l'explication exacte semblait être extrêmement difficile.

Il faudra longtemps avant que les chercheurs ne donnent une réponse irréprochable, reposant sur des bases expérimentales précises, à tous ces problèmes greffés sur la biologie et la médecine. Mais il est également hors de doute, que la complexité des problèmes n'est pas une raison pour renoncer à appliquer les lois de la physique aux organismes vivants. La physique se préoccupe des phénomènes naturels, les phénomènes biologiques en sont. La « Biologie théorique », science estimée indispensable par Kötschau ne doit pas se poser le devoir de rechercher de nouvelles vérités en dehors de la physique, mais au contraire d'appliquer aux phénomènes biologiques la méthode des sciences expérimentales exactes.

Nous voudrions espérer que, faute de donner une méthode praticable aux médecins, les développements ci-dessus peuvent donner un point de vue exact pour ce groupe de phénomènes, et que nous avons réussi d'établir un cadre, dont le remplissage par des études expérimentales méthodiques conduira à une médecine plus précise.

Janos KEMÉNY.

SCIENCE ET POLITIQUE

Discours prononcé au Congrès de Luxembourg

par M. Pierre FRIEDEN,

Ministre de l'Education Nationale, des Arts et Sciences

Il m'échoit le grand honneur de déclarer ouvert le 72e congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences et de souhaiter la bienvenue au nom du Gouvernement grand-ducal aux distingués savants qui se sont donné rendez-vous dans notre ville. Le Grand-Duché de Luxembourg est fier d'avoir été choisi par vous pour ce concile de savants, d'avoir été élevé ainsi au rang d'un véritable lieu spirituel et de pouvoir contribuer pour sa modeste part à l'avancement des sciences. Le Gouvernement a conscience d'accomplir un acte de sagesse politique et de reconnaissance nationale en s'associant, par les moyens qui lui sont propres, à cet important congrès.

Le monde scientifique et le monde politique n'ont guère de rapports suivis intrinsèques. Gouverner n'est pas un acte scientifique, loin de là. Il n'y a pas de sciences du gouvernement, pas encore ! D'autre part, le savant se méfie de l'homme politique, le juge parfois bien frivole, sans logique, sans cohérence, sans système. Et l'homme politique se méfie du savant, de ses méthodes rigoureuses, de ses déductions logiques, en un mot, ils semblent placés aux antipodes des activités humaines, l'un travaillant à régler à force d'hésitations, de compromis, de tâtonnements, le cours des choses humaines, le choc des intérêts, des passions, à mater le désordre, à former et à transformer les relations humaines, l'autre s'appliquant à connaître, à observer, à expérimenter, à expliquer, à former des hypothèses et des théories, à créer un monde d'abtractions, seules intelligibles et réductibles à la logique de l'esprit. Seules les sciences dites humaines qui ont pour objet l'homme lui-même dans ses relations sociales, dans ses mœurs et dans son comportement, individuel ou collectif, touchent de plus près au domaine de la politique. Mais je ne sache pas que jamais un homme d'Etat ait songé à s'adjoindre un psychologue ou même un sociologue pour se guider à travers le dédale humain qu'est la vie politique. Le brain-trust que s'était adjoint le président des U.S.A. est plutôt un collège d'experts qu'un véritable aréopage de savants de la politique. On ne réussit pas en politique avec les méthodes scientifiques, pas plus qu'on ne réussit en sciences avec les méthodes de la politique.

Et cependant l'une ne saurait se passer de l'autre. Aucun gouvernement aujourd'hui ne saurait méconnaître le fait immense, que nous sommes entrés depuis à peine un siècle dans le stade scientifique de l'évolution humaine. Les sauvages peuvent se passer de la science et de ses applications, et c'est précisément en partie par là qu'ils sont sauvages et barbares. Mais aucun peuple dit civilisé et engagé dans la vaste connexion de notre civilisation ne saurait aujourd'hui se soustraire à l'emprise de la science. Elle aide à former l'esprit de l'enfant, elle est beaucoup dans la vie intellectuelle du jeune homme cultivé, elle est presque tout au niveau de la formation universitaire.

Et notre vie pratique, journalière, notre économie privée et publique ne sont plus même imaginables sans le concours de la pensée scientifique et de ses applications. De là une obligation élémentaire pour l'homme d'Etat de compter avec la science et même de compter sur elle, de lui vouer son attention et même de créer au budget un département spécial, celui des arts et sciences. Il nous faut aujourd'hui quel que soit le régime que nous appliquons, une politique de la science, non pas un dirigisme scientifique, tel que les Etats totalitaires le voudraient pratiquer, mais un effort de favoriser le développement et l'utilisation de la recherche scientifique.

Pendant la guerre, Churchill a dit que la victoire serait acquise au pays qui aurait les meilleurs savants. En temps de paix et pour autant qu'il s'agit de production économique, le mot de Churchill n'est peut-être pas un simple paradoxe.

Mais il faut avouer que la science est devenue aujourd'hui d'une telle puissance de connaissances et d'application, qu'elle commence à effrayer les hommes, y compris les savants, comme elle a fait aux temps légendaires où Prométhée a volé le feu de la pensée, des arts et des sciences aux dieux de l'Olympe. Il y a aujourdhui des gens et même des collectivités qui songeraient à bannir et à enchaîner encore une fois Prométhée au rocher du Caucase et qui protestent contre la création d'un institut de recherche nucléaire. La science recommence à faire peur aux hommes, à redevenir un épouvantail pour les âmes peureuses ou un dégoût pour les Faust de la vie moderne.

Du temps de la Révolution Française et pour minimiser la condamnation à mort de Lavoisier, quelqu'un déclarait que la république n'a pas besoin de savants. Il y a toujours des voix sacrilèges qui sont prêtes à proclamer que la république n'a pas besoin de science. Leurs voix, heureusement, se perdent comme celles des chiens qui aboient contre la caravane qui passe.

Si la science, à ce tournant de notre histoire humaine, engendre parfois le scepticisme et la lassitude morale, elle éveille chez d'autres une espérance nouvelle, une espèce de prophétisme profane, analogue à celle qui inspirait, il y a tout juste un siècle, à un jeune savant breton, évadé de Saint-Sulpice et de ses croyances religieuses, des pages prophétiques sur l'Avenir de la science. Ernest Renan les avait rédigées dans la ferveur révolutionnaire qui avait soulevé le peuple français aux journées de février 1848, explosion magnifique d'une espérance naïve et généreuse dans une rénovation sociale, hélas ! aussitôt brisée par la faute de l'incompréhensible incompréhension des classes possédantes et dirigeantes. Il n'osait pas les publier après le spectacle de cet aveuglement de la bourgeoisie et des excès de la populace. Il avait peur de s'être trompé.

Or, Renan s'était effectivement trompé sur deux points. Ses prédictions sur l'avenir de la pensée scientifique, jugées audacieuses par ses amis, allaient être dépassées largement par l'évolution des sciences, de toutes sciences connues par lui, connues à son époque, et par la création de sciences nouvelles.

Il s'était trompé plus cruellement sur un second point, la valeur morale et éducative des sciences.

Ne sommes-nous pas engagés présentement dans un mouvement de rénovation plus vaste encore que celui de 1848 ? Les peuples, ou disant mieux, un grand nombre d'esprits généreux et confiants dans les destinées de l'humanité, ne sont-ils pas gros d'espoirs, d'attentes et de rêves qui appellent une rénovation profonde de l'humanité, de sa structure morale et mentale, de son organisation politique, économique et sociale ? Beaucoup de ces rêveurs et bâtisseurs d'un

monde meilleur ont les yeux tournés vers la science et les savants et beaucoup de savants cherchent à accorder cette nouvelle espérance à la science. Je ne cite que le grand physicien Jean Perrin dont la vie et l'œuvre se résument en une confiance illimitée dans la valeur de l'esprit et dans la bienfaisance de la science, qui attendait de la recherche scientifique et de ses applications la réalisation de la cité libre et heureuse, de l'égalité et de la justice dans la liberté.

Entre l'espérance sans méfiance des uns et la méfiance sans espoir des autres, n'y a-t-il pas une position intermédiaire que les hommes responsables, que les hommes de gouvernement en premier lieu pourraient adopter devant le phénomène immense, devant la première grande puissance du monde qu'est devenue la recherche scientifique ? N'est-elle pas ébauchée, cette position, dans la tradition de la grande philosophie qui, depuis Socrate, nous enseigne à mettre les choses et les pensées à leur place et à poser des questions justes ? Pourquoi ne pas imaginer pour un moment, un nouveau Socrate parmi les savants d'aujourd'hui, toisant et jugeant la science avec les yeux du sage, avec la clairvoyance compréhensive et discriminatoire du vrai philosophe, ou si vous voulez, pourquoi ne pas remplacer sous les platanes d'Academos dans ces promenades merveilleuses de ferveur intellectuelle, dirigées par Socrate, pourquoi ne pas remplacer les sceptiques Protagoras, Gorgias et Calliclès par la suite des Poincaré, des Louis de Broglie, des Jean Perrin, des Einstein qui engageraient le dialogue ou le tournoi dialectique avec le vieux maître des pensées justes et équilibrées ? Quelles seraient les conclusions auxquelles aboutiraient ces nouveaux entretiens socratiques sous les platanes d'Academos ou sous les ombrages de quelque jardin du Luxembourg ?

Je n'ai aucune peine à les formuler en me souvenant des thèses et théories qui ont été développées depuis un demi-siècle par la philosophie des sciences. Nous entendons la voix de Poincaré qui, avec l'inflexion hésitante et grave de la méditation sereine et profonde, rappelle que la pensée scientifique n'est qu'un point de vue sur le réel, qu'elle n'est finalement qu'un éclair entre deux éternités de nuit, mais que c'est cet éclair qui est tout. Nous entendons celle de Bergson qui affirme avec une égale noblesse et gravité qu'il est d'autres sources de vie et d'énergie spirituelle, aussi vitales, plus vitales peut-être et plus fécondes pour la vie morale, religieuse et politique. Nous entendons le savant positiviste Maurice Schlick dans l'école de Vienne et nous entendons répéter par le secrétaire général du congrès international de philosophie, M. René Bayer : « que le XX^e^ siècle qu'on disait dévoué uniquement à connaître et immolé à la science, est sans doute occupé patiemment et par les crises d'une époque de désespoir à se reconstruire une sagesse ».

Notre effort à nous doit être de ne rien négliger, de ne rien méconnaître de l'immense richesse en ressources, théoriques et pratiques, de la recherche scientifique, de les exploiter généreusement, audacieusement même, mais aussi de ne jamais méconnaître ses limites, sa valeur véritable et ses dangers, car tout dans la vie humaine peut être dangereux, la religion, la science, l'art et la politique, tout prête à abus et tout donc appelle direction et sagesse, contrôle, prévoyance et prudence. Nos vices sont parfois nos vertus devenues folles et la catastrophe humaine pourrait provenir de la science lâchée entre les mains des fous.

Mais en nous plaçant dans l'hypothèse la plus audacieuse et en supposant que nous arrivions, grâce à la science et à ses applications, à faire une grande révolution économique et sociale qui consisterait à remplacer le travail humain par le travail de la machine, tous les problèmes subsisteraient, ne seraient que déplacés, ni le

problème de l'organisation politique de l'humanité ; ni les problèmes des rapports sociaux et familiaux, ni le problème moral, métaphysique et religieux ne seraient résolus. Même si nous arrivions, grâce à la chimie biologique, à faire sortir la vie d'une combinaison d'éléments chimiques, à créer la cellule vivante, à construire et à unir l'œuf et le sperme humain en partant des cellules ainsi engendrées, serions-nous bien avancés pour répondre aux questions métaphysiques et religieuses, où même l'homme préfabriqué serait amené à se poser infailliblement devant les phénomènes irréductibles et mystérieux de l'être et du néant, de la vie et de la mort, devant le choix entre le vice et la vertu, entre le bien et le mal, devant le problème de l'organisation d'une famille et d'un Etat. Ne serions-nous pas amenés nous-mêmes avec Auguste Comte à ouvrir des oratoires pour satisfaire aux besoins irréductibles des âmes en quête d'idéal et d'infini ? Ne devrions-nous pas comme Emmanuel Kant, après avoir admiré la précision et la régularité solennelle du ciel étoilé et de la mécanique céleste, ou celle plus subtile, mais non moins majestueuse de la mécanique ondulatoire, nous étonner et nous incliner avec le même respect et le même frisson devant le spectacle aussi émouvant d'une conscience humaine se débattant entre le bien et le mal, et se sentant obligée par une loi d'un ordre mystique et touchée par l'appel de l'Inconnu que nous avons toujours nommé Dieu. En un mot, ne faut-il pas nous garder des faux espoirs aussi bien que des désirs injustes, faire confiance à la science et aux savants en attendant d'elle ce qu'elle pourra donner : une connaissance de plus en plus vaste et profonde des lois de la nature et de celles de la vie, des secrets de la matière et de ceux de l'esprit ; une transformation de plus en plus profonde de notre vie matérielle, de la demeure terrestre qu'elle rendra plus habitable et plus confortable. D'autre part, nous ne méconnaîtrons pas que la plus belle demeure n'est rien qu'un désert, si elle n'est pas éclairée et réchauffée par la lumière et la chaleur des grandes pensées et des grands sentiments qui viennent du cœur. Nous n'oublierons jamais que la science, froidement et aveuglément, sert et dessert les desseins criminels des camps de concentration, tout comme elle offre ses services à la charité et à la sagesse. Je souhaite qu'elle reste à jamais amie de la sagesse, c'est-à-dire philosophie autant que science. C'est le vœu que j'offre au 72e Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences.

Pierre FRIEDEN.

LES LIVRES REÇUS

ALLAIS (A.), MATHIEU (J.), POIRIER (P.) et VELLUZ (L.). — Substances naturelles de synthèse, vol. VII (Masson et Cie, Paris), broché : 1.800 fr. ; cartonné : 2.200 francs.

BARBARIN (Georges). — Dieu est-il mathématicien ? (Ed. Astia, Paris).

BAUMGARDT (Ernest). — Les sensations chez l'animal (Coll. « Que sais-je ? », Presses Universitaires, Paris), 152 francs.

BLANC-LAPIERRE (A.), GOUDET (G.), LAPOSTOLLE (P.). — Electronique générale (Eyrolles, Paris), broché : 2.900 francs ; cartonné : 3.208 francs.

BOLL (Marcel) et PAGES (Jean-Claude). — Les étapes de la connaissance (Act. Scient. et Indust., n° 1193, Hermann et Cie, Paris).

BOWSHER (Arthur L.). — A new Devonian Crinoid from Western Maryland (Smithsonian Institution, Washington).

CAHEN (G.). — Les Conquêtes de la Pensée scientifique (Dunod, Paris), 880 francs.

CAILLEUX (André). — Biogéographie mondiale (Coll. « Que sais-je ? », Presses Universitaires, Paris), 152 francs.

CARLES (Jules). — La Sexualité (Coll. Armand Colin, Paris).

CARLES (Jules). — L'Energie chlorophyllienne (Coll. « Que sais-je ? », Presses Universitaires, Paris), 152 francs.

CAROZZI (Albert). — Pétrographie des roches sédimentaires (Rouge et Cie, Lausanne), Fr. suisses : 23,40.

COURANT (R.) et HILBERT (D.). — Méthods of Mathematical Physics, vol. I (Inter-science Publishers, New-York et Londres), 9 50.

DOLLFUS (Robert Ph.). — Parasites animaux de la Morue atlanto-arctique (Lechevallier, Paris), 5.000 francs.

DUCLAUX (J.). — Colloïdes et gels (Gauthier-Villars, Paris), 2.000 francs.

DURAND (Emile). — Electrostatique et magnétostatique (Masson et Cie, Paris), broché : 5.760 francs ; cartonné : 6.335 francs.

FERREYRA (Ramon). — A revision of the Colombian Species of Monnina (Polygalaceae) (Smithsonian Institution, Washington).

FREDERICQ (Henri). — Traité élémentaires de Physiologie humaine, 3e édit. (Masson, Paris et Vaillant-Carmanne, Liége), 3.840 francs.

FRIEDRICHS (K.O.). — Mathematical Aspects of the Quantum theory of fields (Inter-science Publishers Inc., New-York et Londres).

GAUSS (Ch. Fr.). — Recherches arithmétiques (Lib. Blanchard, Paris).

GERING (Robert L.). — Structure and Function of the Genitalia in some American Agelenid Spiders (Smithsonian Institution, Washington).

GINSBURG (Isaac). — Western Atlantic Scorpionfishes (Smithsonian Institution, Washington).

HAGEN (Asbjorn). — Plant collected in vestspitsberg in the summer of 1953 (Meddelelser n° 70, Norsk Polarinstitutt, Oslo), 2 couronnes.

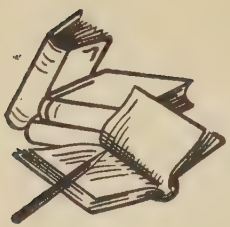
IZARD (Julien). — Physique industrielle (Aide-Mémoire Dunod), 480 francs.

JUDSON (Sheldon). — Geology of the San Jon Site, Eastern new Mexico (Smithsonian Institution, Washington).

LATIL (Pierre de). — Introduction à la Cybernétique : La Pensée artificielle (Coll. L'Avenir de la Science, Gallimard, Paris), 890 francs.

LIOT (A.) et GORIS (A.). — Incompatibilité phrmaceutique (Le François, Paris), 900 francs.

LOEBLICH (Albert R.) et TAPPAN (Helen). — Studies of Arctic Foramminifera (Smithsonian Institution, Washington).



LES LIVRES

AUDUBERT (R.). — Electrolyse. — Un vol. in-16 jésus de VIII-375 pages. Edit. Presses Universitaires de France. 1953. Prix : 1.200 fr.

Ce nouvel ouvrage du savant professeur à la Sorbonne n'a pas la prétention d'être un exposé synthétique de l'électrolyse, mais il montre que la théorie générale de la surtension et de la passivité s'applique aux faits principaux de l'électrolyse et il a le mérite de mettre en évidence l'intérêt d'une voie qui ne peut que devenir plus féconde. L'Auteur a montré qu'il était possible d'obtenir une formule générale de l'électrolyse, vérifiée dans tout le domaine de l'expérience, depuis les plus faibles jusqu'aux plus hautes surtensions et applicables à taus les corps.

La bibliographie donnée en fin de l'ouvrage offrira facilement au lecteur les moyens de compléter sa documentation.

E. CATTELAIN,

BECKER und J. E. HOFMANN. — Geschichte der Mathematik. — 1 vol. de 340 p. Athenäum. — Verlag, Bonn. 1951.

Très bonne esquisse d'une histoire des mathématiques, depuis le moment où l'on constate une préoccupation scientifique jusqu'au début du XX^{e} siècle. Les primitifs et les pré-scientifiques sont exclus de ce livre. Les auteurs se sont partagés la tâche : O. Becker présente la mathématique égyptienne, babylonienne et grecque. (p. 13-96) ; J. E. Hofmann expose les développements dus aux Hindous, Arabes, Chinois et Japonais, et à la science européenne à partir du Moyen Age (p. 115-236). Le XIX^{e} siècle jouit de 17 pages (p. 237-254). Un chapitre spécial (p. 254-261) est consacré aux études d'histoire des mathématiques. Le lecteur est supposé familiarisé avec les problèmes fondamentaux de la mathématique. Aussi, pour contrôler et étendre les connaissances posées dans le livre, les auteurs ont ajouté une riche et excellente bibliographie, qui sera de la plus grande utilité (p. 97-114 pour l'époque ancienne, p. 262-340 pour la seconde partie du livre). L'exposé est tantôt chronologique et tantôt morphologique ; c'est vraiment une réussite de l'ouvrage la manière dont ces deux points de vue différents ont été réunis. On insiste sur la valeur conjecturale de bien des renseignements, vu qu'en réalité on a peu de documents, mais précis et originaux, sur les Egyptiens et Babyloniens, tandis que les documents sur la science grecque sont incomplets et de seconde main. L'évolution de la mathématique après le crépuscule du monde antique est très bien mise en valeur. Rôle des arabes dans la transmission des textes grecs ; connaissance des originaux grecs au moment de la Renaissance ; période d'assimilation, approfondissements et quelques extensions de la science ancienne dans la première moitié du XVII^{e} siècle ; début de la mathématique moderne vers la fin du XVII^{e} siècle. Les XVIII^{e} et XIX^{e} siècles sont forcément passés en revue relativement plus vite, vu les cadres restreints du volume. Tel qu'il est, ce livre rendra de très grands services au grand public comme aux spécialistes. Car il contient le maximum de renseignements et de jugements d'ensemble qu'on peut attendre d'un volume si réduit comme nombre de pages.

P. SERGESCU.

BERTIN (L.), BOURDIER (F.), DECHAMBRE (Ed.), FRANÇOIS (Y.), GENET-VARCIN (E.), HEILLERUN (G.), HEIM (R.), PELSENEER (J.), PIVETAU. — Buffon. — Un vol. (16 × 24), de 146 p., 30 illust. hors-texte, jaquette illustrée 5 couleurs. Publications françaises, Paris (7e). 1952. Prix : 900 fr.

Ce volume consacré à Buffon inaugure une nouvelle collection « Les grands naturalistes français », dirigée par R. Heim, directeur du Muséum National d'Histoire Naturelle, son objet sera de « glorifier les plus grands naturalistes français, en premier lieu ceux qui ont illustré le Jardin du Roy et le Muséum National ».

Le premier volume résulte de la collaboration d'une dizaine de spécialistes avertis. Dans sa préface, R. Heim retrace les traits essentiels de son illustre prédécesseur ; « sa vie a été une réussite exceptionnelle, mais qui ne doit qu'à son mérite » ; puis il brosse un parallèle saisissant entre Buffon et Gœthe, « même altitude du génie, même puissance synthétique de la pensée à la recherche de l'unité ». Précurseur dans de nombreuses disciplines, « sa recherche essentielle a été la Nature. Il lui a appliqué sa vision du vrai, son pouvoir à démêler, sa capacité à expliquer, sa propension à la synthèse, avec deux instruments incomparables, la clarté et l'enchaînement de la pensée, les deux rares qualité dont est fait ce que l'esprit universel a appelé le génie français ».

F. Bourdier rappelle les principaux aspects de la vie et l'œuvre de Buffon. L. Bertin considère Buffon homme d'affaires, grand propriétaire foncier, grand financier, grand industriel, grand bâtisseur et urbaniste. Y. François décrit l'œuvre de Buffon au Jardin du Roy ; il réalisa une tâche écrasante : en faire un établissement scientifique de premier ordre. J. Piveteau analyse la pensée religieuse de Buffon ; il oscilla perpétuellement entre le spiritualisme et le matérialisme, mais la tendance spiritualiste semble l'emporter. J. Palseneer rapporte une lettre inédite de Buffon à Guyton de Merveau à propos du phlogistique. E. Genet-Varcin expose les idées de Buffon sur la génération des êtres vivants. Ed. Dechambre commente l'article des chiens dans l'histoire naturelle pour donner un aperçu de l'actualité des questions envisagées par Buffon. A l'aide des divers portraits et bustes, F. Bourdier se livre à une étude iconographique, révélatrice du caractère de l'homme. Ce volume se termine par des lettres inédites de Buffon, et par un essai de bibliographie rédigé par G. Heillerun ; une bibliographie complète étant impossible, Heillerun présente un résumé chronologique des publications de Buffon et de la plupart de celles qu'on fit à l'étranger de son vivant.

Je suis tentée de dire que la lecure de ce « Buffon » est passionnante. Le plan adopté, éloigné de tout esprit didactique, est heureux, les auteurs ont réussi à faire revivre ce grand personnage au génie si particulier. Ce premier tome augure favorablement de la nouvelle collection.

A. TÉTRY.

G. BOULIGAND, J. RIVAUD. — L'Enseignement des Mathématiques Générales par les problèmes. II. Un vol. 359-852 p., Paris 1953. Vinbert Edit.

J'ai déjà examiné ici (T. 59, 1952, n° 1-2 p. 56), le premier tome de l'ouvrage que MM. G. Bouligand et J. Rivaud ont consacré à l'exposé d'un enseignement direct des mathématiques générales par les problèmes. Destiné aux étudiants préparant le certificat de mathématiques générales des Facultés des Sciences, aux élèves des classes de mathématiques supérieures et de mathématiques spéciales, cet ouvrage présente les différentes matières du programme dans une série de problèmes de difficulté graduée. Des solutions développées introduisent d'une façon directe les propriétés ou les méthodes d'étude des fonctions, des formes analytiques ou des figures examinées et reconstituent un cours approfondi d'où le dogmatisme a été écarté tandis que tous les éléments nécessaires à une connaissance complète du programme ont été groupés et ordonnés autour d'exemples concrets.

Continuant la seconde partie du premier tome les chapitres XIII à XVIII (le numérotage des chapitres continue celui du tome I) traitant des applications géométriques des équations et des systèmes différentiels, des séries et développements en séries, des premières notions sur le champ complexe, de la théorie analytique des surfaces, de la mécanique du point matériel, de la cinématique et de la statique des systèmes.

La troisième partie présente un groupement progressif de problèmes d'examen ou de problèmes synthétiques portant sur diverses parties du programme. Il est fait appel ici dans un même problème à des connaissances acquises dans l'étude des chapitres précédents et dont la recherche de la solution exige le rapprochement. Par l'effort de synthèse qu'ils demandent, ces problèmes permettent la coordination des connaissances et en facilitent l'acquisition durable.

La dernière partie : exercices et indications complémentaires sur l'esprit des méthodes dans quelques ordres d'activité consécutifs au cours de mathématiques générales, prépare à des études ultérieures au moyen d'un choix de problèmes posés et résolus allant au delà du programme de mathématiques générales mais utilisant les connaissances qu'il a apporté : étapes vers l'analyse fine, montrant comment la rigueur mathématique viendra compléter l'analyse simplifiée enseignée précédemment ; étapes vers le calcul des probabilités, étapes vers les calculs de la physique ; applications de quelques résultats admis.

Indépendamment des problèmes dont les énoncés suivis de solutions constituent l'enseignement direct des mathématiques générales, de très nombreux textes d'exercices ou de problèmes d'examens complètent les différents chapitres.

Les deux volumes de MM. G. Bouligand et J. Rivaud constituent un cours complet, direct et vivant, devant permettre aux étudiants d'acquérir une connaissance à la fois théorique et pratique des matières figurant au programme du certificat de mathématiques générales.

G. PETIAU.

CHOUARD (Pierre). — Cultures sans sol. La Maison Rustique, Paris sans date (1953). Un vol. 200 p., 30 fig.

Les principes et dispositifs des Cultures sans sol (avec nombreuses figures) sont précédés d'un historique de la question, du rappel des besoins de la plante pour sa nutrition et sa croissance. Viennent ensuite toutes les formules de liquides nutritifs des physiologistes, puis celles des solutions habituellement utilisées pour ce genre de culture. On distingue les cultures en milieu liquide et celles en milieux solides, meubles et poreux. Les troubles physiologiques résultant de l'insuffisance ou de l'excès des éléments minéraux dans les solutions sont précisés ainsi que les espèces susceptibles d'être cultivées par ces procédés. Une grande importance doit être accordée à l'obtention de plantules fourragères pour l'alimentation du bétail. Les amateurs de cultures en appartement, les agriculteurs et les physiologistes trouveront tous à glaner dans cet ouvrage. Un index permet au lecteur de trouver rapidement la question qui l'intéresse.

Paul JOVET.

CLEMENTS (Frédéric E.), MARTIN (Emmett V.), LONG (Frances L.). — Adaptation and Origin in the Plant World. The role of Environment in Evolution. Photographies, dessins et préfaces de Edith S. Clément. Un vol. nica Botanica Company, Waltham (U.S.A.), 1950. Prix : 6 dollars.

De nombreux chercheurs morphologistes et écologistes semblent ignorer cet ouvrage : aussi paraît-il indispensable de le signaler, bien qu'il soit paru en 1950.

Sous les auspices de l'Institution Carnegie de Washington des études furent entreprises sur le rôle de l'environnement dans l'évolution du règne végétal. Des jardins d'expériences furent installés : deux au pied des Santa Ynez Moutains à Santa Barbara (Californie) et, à 11 miles au N., un autre dans la dune côtière ; trois autres à Pikes Peak (Colorado), un à la base. (alt. 6.000 pieds), un sur les pentes (alt. 8.000 pieds), celui du sommet se trouvant à 12.000 pieds. De nombreuses espèces indigènes furent cultivées sur place en faisant varier les conditions de lumière, d'humidité du sol, etc... d'autres furent transplantées et d'autres encore importées d'Europe. Sols très variés, conditions climatiques très différentes, expositions diverses ; emploi de 6 intensités lumineuses, 4 degrés de contenu en eau... réalisaient des possibilités d'observations très nombreuses...

Un premier volume parut en 1939 (sur les cultures de Santa Barbara). Deux autres volumes tout prêts pour l'impression ne purent être imprimés ; ils furent fondus en un seul volume qui subit le même sort par suite du décès de Clements et de Long. Et les matérieux d'un quatrième volume étaient réunis ! Aussi le volume actuel consense-t-il la matière des volumes II et III (histologie exlus) et d'une partie du vol. IV : c'est dire sa richesse documentaire et sa concision.

La première partie concerne les jardins de Santa Barbara, la seconde ceux de Pikes Peak. Pour ces deux ensembles sont décrites les installations, mentionnés les facteurs et leurs effets, mais la seconde partie est beaucoup plus importante car les faits acquis par les études concernant les transplantations se rapportent à des sujets fort importants : influence de l'ombre, de l'éclairement maximum, des changements d'altitude ; rôle de l'hybridation ; morphogénie expérimentale (compétition, mutations, action des mutilations et injections) ; phylogénie (convergence, conversion). Le dernier chapitre résume les faits acquis. — Pour beaucoup d'espèces, des figures et photographies très démonstratives représentent les modifications morphologiques résultant des variations des différents facteurs. Tableaux et graphiques nombreux (dimensions, respiration, assimilation,...). Plusieurs index. Bibliographie. Remarquablement présenté, cet ouvrage résume une partie des travaux effectués pendant 40 ans par une équipe de chercheurs. Ces travaux avaient déjà abouti à des conclusions importantes pour la systématique et l'établissement d'un « Système naturel ». Il est déplorable que laboratoires et jardins aient été démantelés et la propriété tournée vers d'autres buts...

Paul JOVET.

DECHAMBRE (E.). — Les Chiens. — Un vol. 126 p., collection « Que sais-je ? », Presses Universitaires de France, Paris 1952.

Le livre de E. Dechambre est une intéressante contribution à la biologie du Chien. De nombreuses questions sont abordées et discutées, concernant l'histoire naturelle, l'origine du chien, sa place dans la classification, les services qu'il peut rendre à l'homme, la domestication et son influence sur le polymorphisme et le comportement, le dressage, qui substitue des actes automatiques à des actes intelligents, la transmission héréditaire des modifications psychologiques consécutives au dressage, la reproduction, l'élevage, l'alimentation, les diverses races de chiens. Tous ceux qui s'intéressent à ce fidèle ami et auxiliaire de l'homme liront avec plaisir et avec profit cet excellent ouvrage.

R. CAVIER.

BOURDELLE (E.) et BRESSOU (C.). — Anatomie régionale des animaux domestiques ; IV-Carnivores : Chiens et Chats. — 1 vol., 502 p., 280 fig. Baillière et Fils édit., Paris. 1953.

Ce volume est le quatrième d'une série destinée à l'étude de l'anatomie des animaux domestiques et dont les trois premiers ont été respectivement consacrés aux équidés, aux ruminants et aux porcins. Il comprend deux

parties ; dans la première sont décrits les caractères zoologiques et morphologiques des canidés et des félidés, puis la conformation des grands appareils ; la deuxième, de beaucoup la plus importante traite de l'anatomie régionale. Conçu par d'éminents spécialistes, illustré d'un grand nombre de figures en noir et en couleurs, cet ouvrage s'adresse d'abord aux élèves des écoles vétérinaires et aux docteurs vétérinaires ; il rendra aussi les plus grands services aux zoologistes et surtout aux pharmacologues qui, dans leurs travaux ont quotidiennement besoin de connaître la constitution anatomique du chien et du chat. Un cinquième volume, consacré à l'anatomie des rongeurs complètera bientôt cette précieuse collection.

R. CAVIER.

CAROZZI (Albert). — Pétrographie des roches sédimentaires. Préface de E. Paréjas). — 1 vol. in-8, 258 p., 27 figures. Lausanne (F. Rouge et Cie), 1953. (Prix : 23,40 fr. suisses).

La préface du Professeur Paréjas et l'Avant-propos de l'auteur situent fort bien l'origine et le sens de cet ouvrage, dont le titre pourrait prêter à confusion. Il ne s'agit pas d'un traité de pétrographie sédimentaire et « on y chercherait en vain la description des caractères imprimés à ces roches par le mécanisme de la sédimentation ». Le but de l'auteur a été de classifier ce qui a été acquis dans le domaine de la pétrographie des roches sédimentaires et de poser les problèmes nouveaux qui relèvent avant tout de la diagenèse ». L'ouvrage est limitée à l'étude des roches consolidées. Il représente l'essentiel d'un cours professé à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève ; il utilise les faits décrits dans les publications les plus récentes, négligeant totalement les nombreux travaux parus en U.R.S.S., en tenant compte des périodiques américains, ce que le préfacier croit pouvoir appeler « les publications les plus modernes de tous les pays où la science est restée libérale ».

Et tout ceci explique les lacunes qui étonneraient un lecteur non prévenu, puisqu'il est question du charbon, mais pas du pétrole et que le chapitre consacré aux roches salifères, il n'est pas fait allusion à la potasse qui présente aussi un certain intérêt. Dès lors, nous savons qu'il s'agit de « morceaux choisis », d'importance inégale, correspondant à des phases d'un enseignement destiné à des étudiants déjà avertis, pouvant se reporter aux ouvrages antérieurs pour compléter leur documentation.

Ceci étant dit, nous pouvons mieux apprécier la qualité des chapitres traités. L'auteur passe en revue : a) les roches détritiques (conglomérats et brèches, grès et quartzites — ceux-ci sont divisés en quatzites d'origine sédimentaire et d'origine métamorphique, ce qui ne peut prêter à discussion — les argilites), puis b) les roches d'origine bio-chimiques (carbonatées, siliceuses, ferrugineuses, phosphatées, salifères limitées au gypse et à l'anhydrites) ainsi qu'à leur déformations tectoniques enfin, carbonées. Il y a des pages excellentes et une bibliographie à la fin de chaque chapitre. L'illustration est constituée par 27 dessins au trait. La présentation matérielle est au-dessus de tout éloge.

C'est un ensemble que les pétrographes et les étudiants consulteront avec intérêt.

R. FURON.

Albert EINSTEIN. — The Meaning of Relativity. — 4e édition comprenant la généralisation de la théorie de la gravitation. — 1 vol. 168 p., Princeton University Press, Edit., Princeton 1953, prix 3 $ 50.

Cette nouvelle édition du célèbre ouvrage de M. A. Einstein comprend le texte des quatre conférences faites en 1921 par M. Einstein à l'Université de Princeton, reproduit dans les éditions successives, traduit en français sous le titre « Quatre conférences sur la théorie de la relativité »

(Gauthier-Villars Edit.) et complété par deux appendices. Le texte de ceux-ci suivant la troisième édition a été récemment traduit en français par M. Solovine et publiés sous le titre « Sur le problème cosmologique. — Théorie de la gravitation généralisée » (Gauthier-Villars Edit.). Nous en avons donné ici même une analyse.

Dans la quatrième édition qui paraît maintenant, M. A. Einstein a complètement réécrit le second appendice relatif à sa nouvelle théorie unitaire des champs physiques. On sait que cette théorie suscite actuellement le plus vif intérêt et de nombreuses publications dans les périodiques scientifiques développent et amplifient les idées préconisées par M. Einstein. Dans sa nouvelle version de la théorie unitaire, M. Einstein part encore d'un tenseur G_{ik} non symétrique et développe le même calcul tensoriel correspondant que dans son premier texte. Mais il est conduit à proposer pour équations du champ physique un nouveau système échappant aux objections de non compatibilité entre équations soulevées par divers auteurs relativement aux équations antérieures. Pour justifier son choix M. Einstein énonce et développe un nouveau principe général relatif au choix des lois physiques : le système des équations fondamentales doit être choisi de telle sorte que les équations fondamentales soient déterminées le plus strictement possible (ou encore le nombre des coefficients ou des paramètres intervenant dans la résolution des équations doit être le plus petit possible). M. Einstein développe sa nouvelle théorie dans divers cas particuliers en insistant sur la réalisation de la compatibilité entre équations.

En conclusion M. Einstein énonce une série de remarques générales sur les concepts et les méthodes de la physique théorique et développe des remarques finales particulièrement intéressantes. Nous noterons notamment les phases suivantes : « ... on ne peut conserver simultanément les concepts de champ et de corpuscule en tant qu'éléments de la description physique. Le concept de champ exige l'absence de singularité, tandis que le concept de particules (en tant que concept élémentaire) est celui d'une singularité dans le champ ».

M. Einstein associe la possibilité ou la non-possibilité de la conciliation des deux concepts de champ et de corpuscule à la possibilité ou à la non-possibilité d'obtenir une représentation globale présentant à la fois un aspect régulier et l'aspect d'une singularité localisée. On sait que la recherche de cette représentation constitue le programme que poursuit M. L. de Broglie dans ses travaux récents et qu'il semble possible d'obtenir une solution acceptable dans le cadre d'une généralisation de la mécanique ondulatoire.

G. PETIAU.

FERRY (J.) et CHATEL (R.). — L'Acier. — 1 vol. 17,5 × 11,5 de 136 pages. Edit. : Presses Universitaires de France ; 1953. Prix : 150 fr. Collection « Que sais-je ? ».

Exposé de la situation économique de l'acier et de sa puissance industrielle dans le monde moderne par deux dirigeants de la Chambre syndicale de la sidérurgie française. En raison de leurs fonctions, les auteurs de cet ouvrage sont bien placés pour observer les problèmes qui se posent aux industriels de l'acier. Ils se sont efforcés d'en faire la synthèse avec un souci constant d'objectivité.

E. CATTELAIN.

S. FLUGGE, H. MARSCHALL. — Rechenmethoden der quantentheorie dargestellt in aufgaben und Lösungen. I. Elementare quantenmechanik. — (Les méthodes de calcul de la théorie des quanta présentées sous forme de problèmes avec solutions. I. Mécanique quantique élémentaire.) (Die

Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften in einzeldarstellungen, T. 53). Un vol. 8-272 p., gr. 8°, 2e édition augmentée, Springer-Verlag Edit. Berlin 1952, prix 29,8 D.M., relié D.M. 32,8

MM. S. Flügge et H. Marschall donnent dans cet ouvrage un excellent exposé d'ensemble des éléments de la mécanique ondulatoire à l'usage des étudiants en physique désirant acquérir une connaissance concrète et pratique des méthodes de la mécanique quantique. Alors que la mécanique ondulatoire est ordinairement exposée soit à partir des phénomènes qu'elle permet d'interpréter comme méthode de physique théorique, soit à partir d'un formalisme mathématique abstrait introduit axiomatiquement, MM. Flügge et Marschall ont construit et rassemblé 106 problèmes dont les solutions donnent une vue d'ensemble des méthodes utilisées et des principaux résultats obtenus par la mécanique ondulatoire. Ces problèmes, précédés d'une introduction donnant des définitions et les principaux théorèmes mathématiques utilisés sont répartis en deux groupes : problèmes dans lesquels on ne considère qu'un seul corpuscule, problèmes dans lesquels interviennent deux ou plusieurs corpuscules.

Dans la première partie, la mécanique ondulatoire du corpuscule unique est examinée successivement dans les cas de l'absence de champ extérieur, du champ conservatif (problèmes à une dimension, barrières et puits de potentiel, oscillateur harmonique, problèmes de valeurs propres, problèmes à symétries cylindrique et sphérique, séparation des variables dans l'équation de Schrödinger, atome d'hydrogène, problèmes de diffusion, séparation de l'équation de Schrödinger en coordonnées paraboliques, méthodes d'approximation de Ritz et W. K. B., méthode variationnelle de Schrödinger) et du champ non conservatif (effet Zeeman normal, calcul des intensités dans l'émission du rayonnement dipolaire, problèmes non stationnaires : méthode d'approximation de Dirac, effet photoélectrique, problèmes de diffusion).

La seconde partie présente les solutions des problèmes posés par l'étude des systèmes de deux ou plusieurs corps : introduction du spin et forces d'échange, problèmes de valeurs propres, atome d'hélium et molécule d'hydrogène, problèmes de choc et diffusion de Rutherford, problèmes rencontrés dans l'étude des gaz électroniques, magnétisme des gaz électroniques, émission thermionique, étude du modèle atomique de Thomas-Fermi.

La solution de ces problèmes est complétée par des remarques sur l'extension des méthodes utilisées et par des notes bibliographiques.

G. PETIAU.

HERMES-SCHOLZ, Mathematische Logik. — Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften. — Tome I. fasc. 1, 1re partie, 57 pages. Teubner Leipzig 1952. Prix 8,20 D.M.

Nous avons déjà signalé le fascicule I, 2e partie, du même ouvrage (consacré dans l'ensemble aux sujets d'algèbre et de théorie des nombres). Ecrit par M. Arnold Schmidt, il traite des recherches sur le fondement des mathématiques.

Ici même, MM. Hermes et Scholz, dans un esprit analogue, s'occupent de la logique mathématique, strictement limitée à sa forme classique (logique bivalente). Après avoir développé le calcul des propositions et celui des prédicats sous sa forme ordinaire et sous sa forme élargie, comportant une théorie de l'identité, il est procédé à l'axiomatisation de ces divers calculs et à l'examen, dans chacun d'eux du problème de la décision. Le problème des antinomies est ensuite étudié avec l'appui de diverses extensions du calcul des prédicats. Enfin, de brèves indications sont données sur le mode de calcul logique propre à Gentzen, et dont la simplicité retient aujourd'hui l'attention des spécialistes.

G. BOULIGAND.

Pierre HUMBERT. — Philosophes et savants. — Un vol. de la Biblioth. de Phil. sc. (coll. P. Gauthier) 225 p. avec fig. Flammarion. Paris, 1953, prix : 525 fr.

Ouvrage attachant, dont le titre, bien calculé, annonce un coup d'envoi à ces nombreux philosophes ayant perdu de vue les travaux scientifiques de leurs devanciers. Il se consacre donc aux philosophes qui furent des savants et non aux savants tels Poincaré, Duhem, ayant réfléchi sur leur discipline à un très haut degré.

Après une étude sur Aristote et une esquisse sur les précurseurs de Corpernic, les pages que Pierre Humbert consacre ici à Descartes et Gassendi, puis à Pascal, Malebranche et Leibniz, confirment sa maîtrise en des parties de l'histoire des sciences où ses publications l'ont déjà fait remarquer. Mais là n'est pas son seul domaine : il nous le montre à propos de d'Alembert, Kant, Auguste Comte et Cournot, par lesquels il éclaire les horizons de la science actuelle.

On ne saurait trop conseiller la lecture de ce livre.

G. BOULIGAND.

Pierre de LATIL. — Introduction à la cybernétique : la pensée artificielle. — Un vol. in-8 de 332 p. dans la coll. de Jean Rostand, l'Avenir de la Science avec 8 planches hors-texte, un dépliant, et des clichés dans le texte. Gallimard, Paris 1953. Prix : 890 fr.

Livre profondément pensé, qui, après d'autres consacrés au même sujet, y jette de la clarté, en apportant du soin aux discussions, aux exposés de principes grâce auxquels divers rapprochements inattendus sont apparus entre mahématiques et sciences biologiques. L'auteur a su dominer une sorte de dispersion et parfois de chaos, dont certains écrits antérieurs semblaient se ressentir. Les lecteurs, déjà nombreux, de cette synthèse en jugeront spontanément. Des aperçus philosophiques accompagnant l'ouvrage sont souvent de nature à suggérer de nouvelles et fructueuses discussions.

G. BOULIGAND.

Mc. LACHLAN, P. HUMBERT et L. POLI. — Supplément au formulaire pour le calcul symbolique. Mémorial des sciences mathématiques, fasc. 113, Gauthier-Villars, Paris 1950.

Les utilisateurs, de langue française, sans cesse plus nombreux, du calcul symbolique ne trouvaient jusqu'à présent à leur disposition que l'excellent formulaire, rédigé en 1938 par MM. Mc. Lachlan et P. Humbert, paru dans cette même collection en 1941. Depuis les travaux sur le calcul opérationnel, établissant de nouvelles formules et correspondances, se sont multipliés et ces auteurs ont justement pensé que la rédaction d'un supplément, tenant compte des résultats les plus récents, s'imposait, rédaction à laquelle M. Poli, à qui le calcul symbolique doit de nombreuses correspondances nouvelles, à bien voulu prêter son concours.

Le nouveau fascicule suit exactement l'ordre de l'ancien, il débute par la présentation des notations ; vient ensuite le dictionnaire opératoire qui reprend les formules anciennes au nombre d'une quarantaine et en donne à peu près autant de nouvelles. Le dictionnaire d'images ne contient lui, que des correspondances nouvelles : on remarquera en particulier celles qui ont trait aux logarithmes, aux fonctions d'erreurs, aux logarithmes inégaux. D'autre part, plusieurs sections nouvelles figurent dans ce formulaire : fonctions eulériennes, sinus d'ordre supérieur, fonction $\nu(x)$ et fonctions associées qui jouent un grand rôle comme images ou originaux de fonctions usuelles, fonctions de Mathieu. Enfin la section consacrée aux fonctions discontinues a été enrichie de très intéressantes images, introduisant les coefficients du binôme, la fonction de Riemann, les fonctions Θ de Jacobi.

Environ, 440 correspondances nouvelles sont ainsi présentées aux utilisateurs de calcul symbolique correspondances dont beaucoup sont dues aux auteurs de cet ouvrage dont le succès ne manquera pas d'être aussi grand que celui obtenu par le formulaire paru en 1941.

M. PARODI.

LAMY (M.). — Précis de Génétique médicale. — In-8, 256 p., 108 fig., 38 tab. G. Doin et Cie, Paris (6e). 1952. Prix : 1.400 fr.

Sous ce titre nouveau, le professeur M. Lamy présente une troisième édition, remaniée et augmentée, du volume paru en 1943, « les applications de la génétique à la médecine ». La deuxième édition de 1944 était épuisée.

La génétique humaine, nouvelle science en continuelle évolution, s'est notamment enrichie ; aux chapitres plus amplement développés, s'en ajoutent de nouveaux, consacrés aux facteurs létaux, à l'hérédité cytoplasmique, à l'eugénique.

Il devient de plus en plus difficile de comprendre la génétique sans faire intervenir des données numériques. C'est pourquoi un appendice de 18 pages groupe des notions élémentaires de statistique et de biométrie (paramètres de position, de dispersion, mesure de l'erreur — standard, test de K. Pearson, coefficient de corrélation, probabilité d'un évènement).

Une bibliographie termine le volume ; il est regrettable que certains travaux ne soient pas indiqués par leur édition la plus récente.

Cette intéressante mise au point qui s'est largement inspirée — M. Lamy le précise lui-même — du remarquable ouvrage de C. Stern, « Principles of human Genetics », s'adresse à tous les médecins, étudiants, infirmières, assistantes sociales qui doivent s'initier aux aspects modernes de la génétique et de la pathologie héréditaire.

A. TETRY.

MAY (R.M.). — La Greffe. — 1 vol. 300 p., 82 fig., collection « L'Avenir de la Science », Gallimard Edit. Paris 1952.

Dans ce livre excellent, R.M. May expose les différents aspects du problèmes de la greffe. Les importantes et belles recherches qu'il a effectuées dans ce domaine le désignaient mieux que tout autre à entreprendre un tel travail. L'auteur envisage d'abord les conditions et les méthodes de la greffe végétale et aborde la question encore controversée des « hybrides de greffe ». Mais, la plus grande partie de l'ouvrage est consacrée à la greffe animale : ses conditions et ses rapports avec l'immunité, la greffe chez les invertébrés, chez l'embryon des invertébrés inférieurs (application à la notion d'organisateurs embryonnaires, à l'endocrinologie, etc.,.), la greffe chez l'embryon des vertébrés supérieurs, puis chez les vertébrés adultes (greffe de tissus vivants chez les urodèles, transplantation de tissus morts chez les mammifères : greffe de la cornée, greffe d'os conservés). La dernière partie est réservée à la bréphoplastie, c'est-à-dire la greffe de tissus d'embryons ou de nouveau-nés chez des animaux jeunes ou adultes ; après en avoir indiqué les bases et les conditions, l'auteur expose les étonnantes possibilités de cette méthode et ses applications dans divers domaines : endocrinologie, embryologie, thérapeutique (greffe de peau embryonnaire, greffe de glandes à sécrétion interne dans certaines insuffisances hormonales), cancérologie expérimentale (greffe de tissus néoplasiques, transformation de cellules embryonnaires en cellules cancéreuses sous l'effet d'agents pathogènes). C'est là certainement l'une des voies les plus fécondes du passionnant problème de la greffe.

R. CAVIER.

ROSTAND (J.). — L'Hérédité humaine. — 1 vol. 126 p., collection « Que sais-je ? », Presses Universitaires de France, Paris 1952.

L'ouvrage de J. Rostand traite des problèmes fondamentaux de l'hérédité chez l'homme. L'auteur rappelle d'abord les phénomènes cytologiques de la reproduction, le rôle déterminant des chromosomes et de la distribution des facteurs héréditaires ou gènes. La coloration des yeux lui fourni un exemple simple de la transmission d'un caractère mendélien, après quoi il aborde d'autres caractères à hérédité simple, notamment les groupes sanguins dont on sait l'importance en médecine. Il examine ensuite le rôle des chromosomes sexuels et l'hérédité liée au sexe (ex. : daltonisme). Un développement particulier est donné aux anomalies et aux tares héréditaires dominantes (polydactylie, brachydactylie, sympholangie, achéiropodie, etc...) et récessives (albinisme, surdi-mutité, etc...) et l'attention est attirée sur le danger éventuel des unions consanguines. L'auteur envisage enfin la question des races humaines, prend position contre la théorie de la transmissibilité des caractères acquis et termine par l'exposé des mesures d'eugénique susceptibles d'améliorer la race humaine, en faisant nettement ressortir les difficultés et les limites de leur utilisation pratique. Une foule d'idées et de faits sont rassemblés avec une remarquable clarté dans cet excellent petit livre dont la lecture est toujours aisée et bien souvent captivante.

R. CAVIER.

Formulaire De LAHARPE : Notes et Formules de l'ingénieur. — (Albin Michel éd.).

Ce formulaire en est à sa 23e édition, celle-ci étant entièrement refondue sous la direction de Maurice Denis-Papin et Jacques Vallot.

Le tome I contient : mathématiques. Topographie. Mécanique. Résistance des matériaux. Eléments de machines, hydraulique, turbines et chutes d'eau. Chaleur et thermodynamique. Chauffage et ventilation. Combustibles, chaudières. Machines et turbines à vapeur.

Le tome II contient : mouvement des fluides dans les conduites. Pompes, ventillateurs et compresseurs. Froid industriel. Métallurgie. Traitement et emploi des métaux. Usines à gaz. Mines. Constructions et ouvrages d'art. Chemin de fer (bâtiments, voies, matériel fixe et roulant, exploitation). Routes. Moteurs à combustion interne. Appareils de levage.

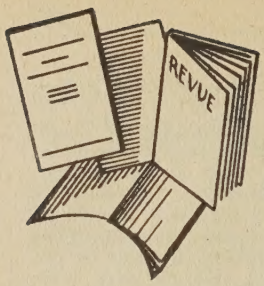
Le tome III est le dernier paru, il est consacré à l'automobile, à l'aéronautique et l'électrotechnique générale. Ces questions sont présentées sous une forme entièrement renouvelée. La partie **automobile** comporte une étude de l'automobile à turbine à gaz, ainsi qu'un chapitre sur les autorails. La partie **aéronautique** comprend : aérodynamique théorique, aérodynamique expérimentale (à noter une étude relative aux vitesses supersoniques). Etude des planeurs et des coques, essais en vol, giraviation. Action du vent sur les bâtiments. Résistance de l'air et moyens de transport. Aéromoteurs. Moteurs d'avions à piston, à turbine. Tuyères, fusées, astronautique. Conception et calcul des avions (calcul des ailes en flèches, résistance des coques, vibrations).

L'Electrotechnique générale porte sur unités, électrostatique, électromagnétisme, courants alternatifs, mesures. Production des courants continu et alternatif. Moteurs. Rhéostats de démarrage et d'excitation pour moteurs et pour génératrices.

Il s'agit, comme on voit, d'un grand ouvrage qui embrasse les diverses techniques de l'ingénieur. Le tome IV traitera de l'électrotechnique appliquée, de la traction électrique et des télécommunications.

G. LAMBRAULT.

Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — 2616 - 10-53.
Dépôt légal 4e trimestre 1953 : n° 5435. Le Gérant : R. CONSTANS.



LES REVUES

REVUES GÉNÉRALES EN LANGUE FRANÇAISE

ATOMES, n° 89, août 1953.

P. LEPINE : La Poliomyélite. — **Cdt J. Y. COUSTEAU :** A la découverte du monde sous-marin. — **J. TRICHARD :** Feux d'artifice. — **A. E. MIRSKY :** La Chimie de l'Hérédité.

ATOMES, n° 90, septembre 1953.

G. HENIN : Les problèmes de la conservation du sol. — **G. COHEN :** Publicité expérimentale aux U.S.A. — **R. GRANDPIERRE et P. CROGNOT :** Les contre-indications médicales aux voyages aériens. — **P. VIVIER :** Poissons exotiques en France. — **G. H. MATTHES :** Les sables mouvants.

ATOMES, n° 91, octobre 1953

F. TROMBE : Le four solaire le plus grand du monde. — **Dr M. THALHEIMER :** Chirurgie d'urgence. — **L. VADOT :** Barrages. — **P. SCHAEFFER :** Le bruit, élément de la vie moderne.

ATOMES, n° 88, juillet 1953.

G. H. WANNIER : La nature des solides — Les Transistors. — **P. BORDET :** L'accoutumance des microbes aux antibiotiques — La raffinerie de Dunkerque — La pêche à la Baleine.

ENDEAVOUR, vol. XII, n° 47.

Sir Henry DALE : Une phase chimique de la transmission nerveuse. — **W. G. PALMER :** La stéréochimie, ses bases et son application aux composés inorganiques. — **D. Mc. KIE :** Guillaume-François Rouelle. — **C. H. WADDINGTON :** Evolution des adaptations. — **K. MATHER :** La biométrie et la méthode inductive. — **W. B. ALEXANDER :** Illustration ornithologique. — **B. W. MOTT :** Progrès en microscopie métallographique.

LA NATURE, n° 3220, août 1953.

V. BAUZIL : L'équipement hydro-électrique du Maroc. — **Colonel M. LAME :** tendances nouvelles de la giraviation. — **R. LONGCHAMP et R. J. GAUTHERET :** Le desherbage des champs de céréales. — **A. S. BALACHOWSKY :** Les îles de Zembra et Zembretta, au large du Cap Bon. — **R. CLAUSSE :** L'atmosphère, domaine de la Météorologie. — **H. MOREAU :** La Toise, ancien étalon de longueur.

LA NATURE, n° 3221, septembre 1953.

A. IVANOFF : Progrès récents de la photographie sous-marine. — **M. GRENON :** Les compteurs de particules. — **R. CLAUSSE :** L'Atmosphère (suite). — **J. P. NITSCH :** Le Phytotron. — **J. C. PECKER :** Les étoiles variables.

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 20 juillet 1953.

P. de BETHUNE : Le cycle d'érosion. — **D. DUBARLE :** Mécanique quantique et information. — **M. de VISSCHER :** Les vitamines du groupe B. — **L. CALABI :** Notions fondamentales de topologie générale. — **P. CHAUCHARD :** Le rôle du système nerveux en pathologie organique.